

شیمی شوینده‌ها و مواد بهداشتی

مریم کیانی برازجانی^{۱*}، اکرم اسمعیل زاده^۲

^۱مدرس، دکتری شیمی، دانشگاه فرهنگیان بوشهر
^۲دانشجوی آموزش ابتدایی، دانشگاه فرهنگیان بوشهر
Email: maryamkiani.b@gmail.com

چکیده:

در این روزها دغدغه دنیا مواد شوینده و ضدعفونی است. به دلیل اینکه همه دنیا برای مبارزه با ویروس کرونا به مواد شوینده و ضدعفونی‌کننده روی آورده‌اند. شوینده‌ها امروزه بخش جدایی‌ناپذیر از زندگی ما هستند و در هر خانه‌ای چندین نوع شوینده مانند مایع ظرف‌شویی، مایع دستشویی، لکه‌بر، سفیدکننده، شامپو، پودرهای شوینده و غیره وجود دارد. شوینده‌ها از مواد مختلفی تشکیل شده‌اند و تنوع بسیار زیادی دارند. در این مقاله به بررسی فرمولاسیون برخی از مواد اصلی تشکیل‌دهنده شوینده‌ها می‌پردازیم. یک جز مشترک شوینده‌ها سورفاکتانت است که مهم‌ترین عامل در شستشو است و بقیه مواد موجود با توجه به کاربرد آن‌ها نوع و مقدار آن‌ها در شوینده‌های مختلف متفاوت است. در ادامه ترکیبات مواد ضدعفونی، مواد ضد بو، ضد عرق و خوشبوکننده و همچنین اصطلاح خشک‌شویی و اینکه چه موادی برای آن بکار برده می‌شود نیز بحث شده است.

واژگان کلیدی: شیمی شوینده، ضدعفونی‌کننده، ضد عرق، خوشبوکننده

۱ - مقدمه

منظور از پاک‌کننده‌ها^۱، موادی هستند که ذره‌های چربی و چرک را از پارچه‌ها و یا اجسام دیگر بزدايند و در انواع مختلف تهیه می‌شوند. اولین ماده ای که به عنوان شوینده ساخته شد، صابون بود. از عمر صابون صدها سال می‌گذرد. آخرین دستگاه‌های صابون کشف‌شده، مربوط به ۲۰۰۰ سال پیش است، ۷۰۰ سال است که صابون‌سازی به‌طور صنعتی و به مقادیر زیاد ساخته می‌شود و ۲۰۰ سال است که ساخت آن، متحول گشته و به صورت کلاسیک و مدرن درآمده است.

از آن زمان تاکنون، تعداد شوینده‌ها به حدی رسیده که قابل‌شمارش نیست، به‌طوری که امروزه با حجم انبوهی از شوینده‌ها و تبلیغات آن‌ها مواجه شده‌ایم. در حال حاضر در برخی کشورها، تقریباً بیش از ۸۰ درصد از مواد

¹ Detergents

یازدهمین کنفرانس آموزش شیمی انجمن شیمی ایران

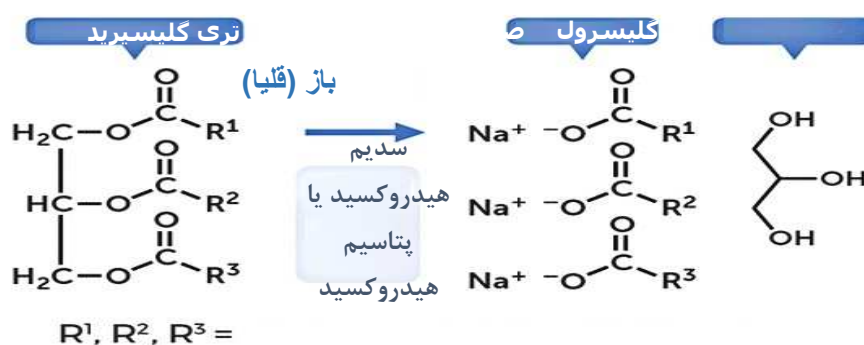
۱۲ آذرماه ۱۳۹۹

دانشگاه فرهنگیان - اصفهان

پاک کننده مصرفی از شوینده های سنتزی تهیه می شوند [۱]. در این مقاله به بررسی فرمولاسیون برخی از مواد اصلی تشکیل دهنده شوینده ها می پردازیم.

۱- صابون:

در مصارف عمومی واژه صابون، مشخص کننده یک نمک فلز قلیایی یا آمونیوم یک اسید کربوکسیلیک راست زنجیر با تعداد ۱۰-۱۸ اتم کربن است. نام مواد شوینده به مواد صنعتی با ساختمان مشابه اطلاق می شود. از این مواد، در مصارف عدیده ای از جمله برای پاک کردن، شستشو و در فرایندهای نساجی و غیره استفاده می شود. ماده اولیه صابون چربی یا روغن است (تری گلیسیرید) که با آب واکنش نمی دهد. ولی سورفاکتانت (صابون) و گلیسرول تولید شده از چربی ها در آب حل می شود (شکل ۱).



زنجیره های دارای ۱۹-۱۵ کربن

شکل ۱. تهیه صابون از چربی

سدیم هیدروکسید به عنوان پایه اصلی برای تولید صابون های جامد همچون سدیم استارات (شکل ۲) است. استفاده از پتاسیم هیدروکسید به عنوان پایه برای تولید صابون های مایع است.



شکل ۲. ساختار یک نوع صابون

یازدهمین کنفرانس آموزش شیمی انجمن شیمی ایران

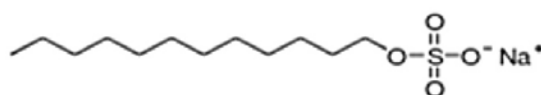
۱۲ آذرماه ۱۳۹۹

دانشگاه فرهنگیان - اصفهان

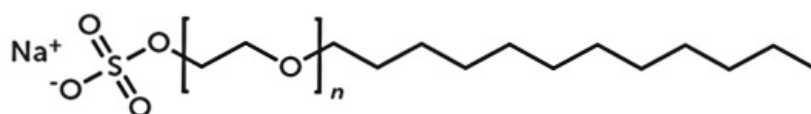
سدیم استئارات در آب سخت کف صابون (کلسیم و منیزیم استئارات) می‌سازد [1].

۲- شوینده بدن:

شوینده‌های بدن و ژل‌های حمام از نمک لوریل سولفات (سدیم دودسیل سولفات) و لوریس سولفات به عنوان سورفاکتانت اصلی استفاده می‌کنند (شکل ۳).



سدیم لوریل سولفات



سدیم لوریت سولفات

شکل ۳. نمک لوریل سولفات (سدیم دودسیل سولفات) و لوریس سولفات

ستیل یا استیریل الکل به شوینده‌های بدن ظاهری مات می‌دهند. گلیکول استئارات اثر نرم کننده ایجاد می‌کند (شکل ۴).



شکل ۴. ستیل الکل و گلیکول استئارات

یازدهمین کنفرانس آموزش شیمی انجمن شیمی ایران

۱۲ آذرماه ۱۳۹۹

دانشگاه فرهنگیان - اصفهان

صابون و شوینده بدن هر دو به یک روش تمیز می کنند اما از مواد متفاوتی برای این کار استفاده می کنند. صابون ها و شوینده های بدن هر دو سورفاکتانت دارند. سورفاکتانت ها (شکل ۵) مولکول هایی هستند که یک سر آن در آب حل می شود (آب دوست) و سر دیگر آن در روغن و چربی حل می شود (آب گریز).



شکل ۵. ساختار سورفاکتانت

سورفاکتانت انبساط سطحی آب را کاهش می دهد و باعث ایجاد کف می شود و روغن و چربی را به حالت امولسیون درمی آورد تا قابل شستشو شوند.

pH پوست اندکی اسیدی است (چربی پوست اسیدهای کربوکسیلیک همان RCOOH است). صابون قلیایی است و می تواند باعث خشکی پوست شود. درحالی که شوینده های بدن pH نزدیک تری به پوست بدن دارند (شکل ۶) [2].



شکل ۶. مقایسه pH پوست بدن و شوینده ها

۳- شوینده‌های پودری و مایع:

مواد شوینده به دو صورت پودری و مایع عرضه می‌شوند. از لحاظ شیمیایی چه تفاوتی با یکدیگر دارند؟ اجزای آن چگونه لباس‌ها را تمیز می‌کنند؟

a. سورفاکتانت‌ها:

یک قسمت از مولکول‌های سورفاکتانت در آب حل می‌شوند (شکل ۶) و بخش دیگر به چربی‌ها می‌چسبند و آن‌ها را از لباس پاک می‌کنند.

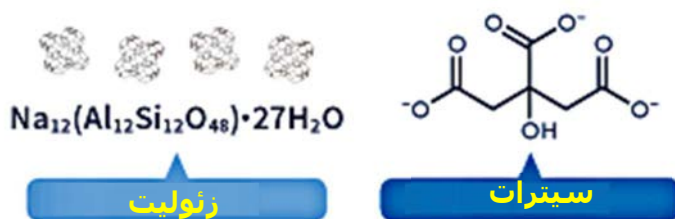


شکل ۶. مولکول‌های سورفاکتانت در شوینده‌ها

شوینده‌های مایع معمولاً مقدار سورفاکتانت بیشتری نسبت به شوینده‌های پودری دارند.

b. سازنده‌ها^۲ و پرکننده‌ها^۳:

سازنده‌ها با یون‌های فلزی ترکیب شده تا آب را نرم و pH آن را تنظیم کنند. شوینده‌های مایع به سازنده‌های زیادی احتیاج ندارند؛ زیرا سورفاکتانت موجود در آن‌ها به‌سختی آب چندان حساس نیست (شکل ۷).



سازنده رایج در شوینده‌های پودری

سازنده رایج در شوینده‌های مایع

شکل ۷. سازنده‌ها در شوینده‌ها

^۲ builder

^۳ Filler

یازدهمین کنفرانس آموزش شیمی انجمن شیمی ایران

۱۲ آذرماه ۱۳۹۹

دانشگاه فرهنگیان - اصفهان

پرکننده‌ها مواد را کنار یکدیگر قرار می‌دهند. نوع عمده پرکننده در شوینده‌های پودری سدیم سولفات (NaSO_4) و در شوینده مایع، آب است. مواد تشکیل‌دهنده و مقادیر در شوینده پودری در شکل زیر با آبی کم رنگ و در شوینده مایع با آبی پررنگ نشان داده شده است (شکل ۸).



شکل ۸. مواد تشکیل‌دهنده و مقادیر در شوینده پودری مایع

❖ مجموع این اعداد به ۱۰۰ درصد نمی‌رسد؛ زیرا مواد زیر لحاظ نشده‌اند. ضد کف، سفید کننده، عوامل کمپلکس ساز، هیدروتروپ

c. سیستم سفید کننده:

عوامل سفید کننده مولکول‌ها را اکسید می‌کنند تا لکه‌ها را از بین ببرند. در شوینده‌های پودری ترکیبات اکسیژنه در آب را فعال می‌شود و هیدروژن پراکسید تولید می‌کنند که در واقع همان اکسیدکننده است (شکل ۹).

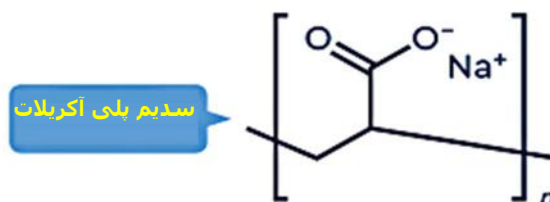


شکل ۹. عوامل سفید کننده

شوینده‌های مایع، سفید کننده ندارد؛ زیرا با سایر مواد شوینده موجود در آن واکنش می‌دهد.

d. پلی‌مرها و آنزیم‌ها:

پلی‌مرها به مواد شوینده کمک می‌کنند تا آلودگی‌ها را در آب معلق نگه دارند. پلی‌مرهای معمول برای این منظور؛ پلی‌آکریلات سدیم و اتوکسیلات پلی‌اتیل ایمین هستند.



شکل ۱۰. پلی‌آکریلات سدیم

آنزیم‌ها پروتئین، نشاسته و ساکارید موجود در لکه‌ها را می‌شکنند [3].

۴- شیمی قرص‌های شوینده:

چه چیزی در قرص‌های شوینده وجود دارد؟

بخش‌های خارجی قرص‌های شوینده از پلیمر محلول در آب (PVA) ساخته شده است. در داخل قرص‌ها، مواد شوینده به صورت فشرده شده قرار گرفته‌اند و از سورفاکتانت ساخته شده که برای کمک به برداشتن آلودگی از لباس‌ها هستند.

سورفاکتانت موجود در قرص‌های شستشو مقدار بیشتری الکل اتوکسیلات و الکیل بنزن سولفونات نسبت به شوینده‌های مایع دارند. شوینده‌های مایع به شدت قلیایی هستند و خوردن آن‌ها باعث سوختگی گلو، دل‌درد و تنگی نفس می‌شود.

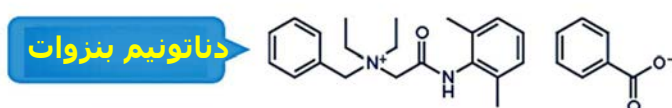
یازدهمین کتفرانس آموزش شیمی انجمن شیمی ایران

۱۲ آذرماه ۱۳۹۹

دانشگاه فرهنگیان - اصفهان

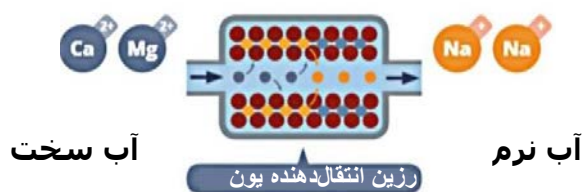


برای منع کردن بچه‌های کوچک از خوردن آن‌ها بسیاری از شرکت‌های مواد شوینده، مواد تلخ کننده‌ای را به غشای پلاستیکی آن‌ها اضافه کرده‌اند. (موادی از جمله دنانونیم بنزوات) [2].



۵- مواد شوینده ماشین ظرف‌شویی:

نمک طعام مانع از تشکیل سنگ آهک در ماشین ظرف‌شویی شما می‌شود. نمک، یون سدیم را برای رزین موجود در ماشین ظرف‌شویی تهیه می‌کند. رزین یون‌های کلسیم و منیزیم را که باعث تشکیل سنگ آهک در آب سخت می‌شود به دام می‌اندازد.

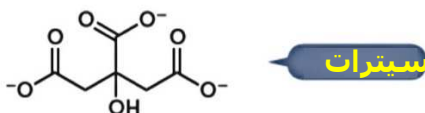
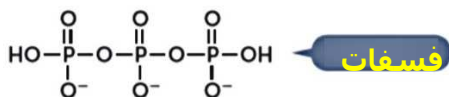


ترکیباتی که به عنوان سازنده‌ها در شوینده ماشین ظرف‌شویی شناخته می‌شوند (فسفات، اسید سیتریک و پلی کربوکسیلات‌ها) یون‌های کلسیم و منیزیم را در طی شستشو از بین می‌برند. استفاده از فسفات‌ها به دلیل اثرات جانبی آن‌ها محدود است. زمانی که فاضلاب حاوی فسفات وارد رودخانه‌ها و آب‌های جاری می‌شود به رشد بیش از حد گیاهان آبی و جلبک‌ها می‌انجامد و از این طریق باعث برهم زدن تعادل ارگانیسم‌های موجود در منابع آبی و موجودات آبی می‌شود.

یازدهمین کنفرانس آموزش شیمی انجمن شیمی ایران

۱۲ آذرماه ۱۳۹۹

دانشگاه فرهنگیان - اصفهان



شوینده‌ها و عمل پاک کردن این مواد نیز همانند شوینده‌های دیگر است. سورفکتانت‌های آنیونی و یا غیر یونی به از بین بردن چربی و لکه ظرف‌ها کمک می‌کنند. یک قسمت از این مولکول‌ها در آب حل می‌شود. درحالی‌که قسمت دیگر در لکه‌ها و چربی‌ها حل شده و به از بین بردن آن‌ها کمک می‌کند. مواد قلیایی به غیر از اینکه با چربی‌ها واکنش می‌دهند و ترکیباتی قابل حل می‌سازند که قابل شستشو هستند آن‌ها همچنین قسمت‌های فلزی ماشین ظرف‌شویی را از خوردگی توسط اسید محافظت می‌کنند.

آنزیم‌ها، سفیدکننده و کمک شستشو:

آنزیم‌ها به شکستن نشاسته و پروتئین در باقی‌مانده غذاها کمک می‌کنند. شکل طبیعی آنزیم‌ها در دمای بالا تغییر کرده و کارشان را متوقف می‌کنند پس آن‌ها ابتدا در چرخه شستشو عمل می‌کنند.



سفیدکننده‌ها ظرف‌های رنگی شده را اکسید کرده و آن‌ها را بی‌رنگ تحویل می‌دهند. معمولا در این کار ترکیبات پراکسیدی استفاده می‌شوند. کاتالیزورها به فعالیت سفیدکننده‌ها در دمای پایین‌تر کمک می‌کنند.

کمک شستشو دارای ماده سورفکتانتی است که انبساط سطحی آب را کاهش داده و به آن فرصت می‌دهد که در پایان چرخه شستشو آب سریع‌تر تخلیه و خشک شود.



بدون شستشو

با شستشو

انبساط سطحی کم - تبخیر بالا انبساط سطحی بالا - تبخیر کم

ساختار شیمیایی مواد خشک‌شویی:

شستشو با آب می‌تواند به برخی لباس‌ها آسیب برساند و بنابراین برای شستن آن‌ها به خشک‌شویی نیاز است. در اینجا این فرآیند و مواد شیمیایی مورد استفاده در آن توضیح داده می‌شود [2].

۶- شوینده‌ها در فرایند خشک‌شویی

خشک‌شویی در واقع یک فرایند خشک نیست. در این فرایند از حلال‌هایی به غیر از آب برای تمیز کردن لباس‌ها استفاده می‌شود. برای استفاده از این مواد شیمیایی به تجهیزات و امکانات خاصی نیاز است.

۱- پرسنل خشک‌شویی لباس‌ها را دسته‌بندی و برچسب‌گذاری می‌کنند و سپس در صورت لزوم، قبل از انجام فرآیند اصلی، لکه‌های سخت را از لباس‌ها پاک می‌کنند.

۲- لباس‌ها با استفاده از حلال مخصوص در ماشین لباسشویی شسته می‌شوند. برای پاک کردن لکه‌ها صابون اضافه می‌شود.

۳- در پایان سیکل شستشو، ماشین لباسشویی از دمای بالا برای تبخیر کردن حلال استفاده می‌کند.

۴- لکه‌های سخت از لباس‌ها زدوده می‌شود. سپس لباس‌ها فشرده دسته‌بندی و آویزان می‌شوند.

a. پرکلروتن:

بر اساس اعلام اتحادیه صنعت حلال‌های هالوژنه، تقریباً ۷۰٪ از خشک‌شویی‌ها در ایالات متحده از حلال پرکلروتین استفاده می‌کنند.



میزان پرکلروتین که در خشک‌شویی‌ها استفاده می‌شود کاهش یافته است. علت این امر، ارائه تجهیزات و روش‌های پیشرفته بازیافت حلال است. با این حال هنوز نگرانی بسیاری درباره عوارض مزمن مرتبط با پرکلروتین وجود دارد.

پرکلروتین از سوی IARC به عنوان یک عامل احتمالا سرطانزا اعلام شده است. این ماده می‌تواند بر کبد و کلیه‌ها تاثیر بگذارد.

b. جایگزین‌های پرکلرتین:

نگرانی‌ها درباره پرکلرتین موجب شده است که در برخی از خشک‌شویی‌ها از حلال‌های جایگزین استفاده شود. به عنوان مثال، دی اکسید کربن یک حلال جایگزین است که نگرانی‌های کمتری درباره عوارض آن وجود دارد.

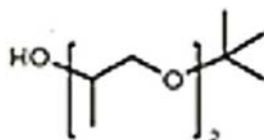
۱-۳-۵ - برموپروپان (n-بروپیل برمید هم گفته می‌شود)

زمان سیکل کوتاه‌تر نسبت به پرکلرتین دارد ولی نگرانی‌ها درباره عوارض آن همچنان باقی می‌مانند.



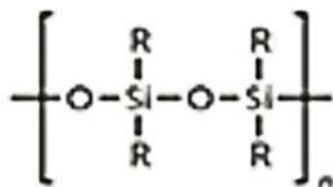
۲-۳-۵ - پروپیلن گلیکول اتر (مثل دی پروپیلن گلیکول ترسیو بوتیل اتر)

عوارض آن خفیف است ولی هزینه عملیاتی آن نسبت به پرکلروتین بیشتر است.



۳-۳-۵ - سیلیکون (پلی سیلوکسان هم گفته می‌شود)

غیر سمی است و اثرات زیست محیطی آن کم است ولی از پرکلروتین گرانتر است.



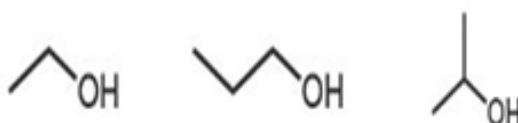
۴-۳-۵ - دی اکسید کربن (در فشار بالا دی اکسید کربن مایع می‌شود)

غیر سمی؛ نرخ بازیافت ۹۸٪ ولی هزینه زیاد برای تغییر ماشینهای خشک‌شویی پرکلروتین به منظور استفاده از دی اکسید کربن است [2].



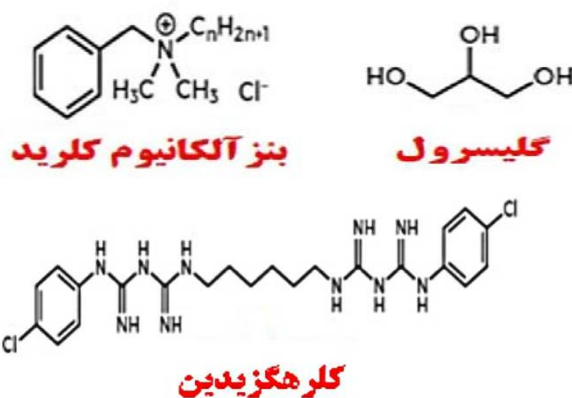
۷- ضد عفونی کننده‌ها چگونه در برابر عفونت‌ها مقابله می‌کنند؟

چه ترکیباتی در ضد عفونی کننده‌ها وجود دارد؟



ضد عفونی کننده‌های الکلی ۶۰-۹۰٪ الکل دارند. اغلب آن‌ها شامل اتانول، پروپانول، ایزوپروپانول یا ترکیبی از این مواد هستند. طبق نظریات میکروبیولوژی، اتانول در برابر ویروس‌ها مؤثرتر است و پروپانول‌ها در برابر باکتری‌ها فعالیت مؤثرتری نسبت به اتانول دارند.

برخی از ضد عفونی کننده‌ها کلرهگزیدین و بنزالکانیوم دارند. هردو این مواد در ضد عفونی کننده‌های غیرالکلی استفاده می‌شوند.



ضد عفونی کننده‌ها شامل گلیسرول هستند که اثر مرطوب کننده دارد و مانع خشک شدن پوست دست شما می‌شود. هیدروژن پراکسید برای جلوگیری از تجمع باکتری‌ها به ضد عفونی کننده‌های دست اضافه می‌شوند [4].

ضد عفونی کننده‌های دست چگونه عمل می‌کنند؟

الکل موجود در ضد عفونی کننده‌های دست ساختار پروتئین‌ها را تغییر می‌دهد. آن‌ها دیواره سلولی و بخش‌های سلول باکتری و غشای ویروس (از جمله کرونا ویروس) را از بین می‌برند. آن‌ها در برابر ویروس‌های بدون غشا

اثر بخشی کمتری دارند. ضد عفونی کننده های بدون الکل نیز باکتری ها را می کشند اما در برابر ویروس ها کارایی کمتری دارند.

آنها چقدر موثر هستند؟

ضد عفونی کننده های ۶۰٪ الکل اگر زیاد مصرف شوند موثر هستند. به هر حال آنها ویروس را نمی کشند و در دست های چرب کارایی ندارند.

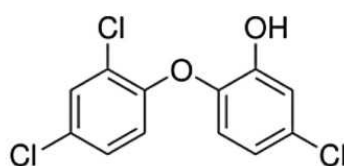
شستشوی دست ها با صابون به مدت ۲۰ ثانیه باکتری و ویروس ها را از بین می برد و آلودگی و چربی ها را تمیز می کند. صابون های آنتی باکتری تفاوت چندانی با یکدیگر ندارند [5].

۸- ضد بو و ضد عرق

ضد بوها (بوزدا) و ضد عرق ها هر دو با بوی بدن مبارزه می کنند اما به روش های مختلف عمل می کنند. در اینجا به ترکیبات و چگونگی عملکرد آنها می پردازیم.

a. ضد بوها

ضد بوها با تمرکز بر باکتری های زیر بغل که تولید کننده ترکیبات بد بو بوده، باعث کاهش بوی بد بدن می گردند. برخی از آنها این عمل را با استفاده از ترکیبات ضد باکتریایی مانند تری کلوسان انجام می دهند ضد بوها و ضد عرق ها هر دو معمولاً از سیکلومتیکون ها (ترکیبات خشک کننده سریع سیلیکون) به عنوان حلال استفاده می کنند. تری کلوسان (ترکیب ضد باکتریایی):



دیگر ترکیب ضد میکروبی متداول مورد استفاده کلروهگزیدین می باشد (در قسمت مواد ضد عفونی نیز به آن اشاره شد).

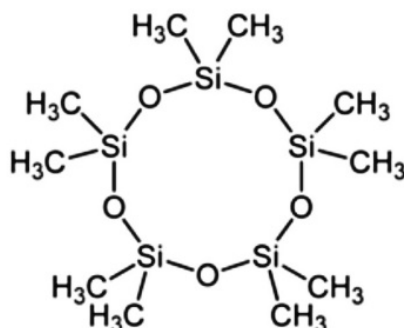
سیکلومتیکون ها (حلال ترکیبات):

مانند سیکلوپنتاسیلوکسان رایج تر از حلال های الکلی هستند که مورد استفاده قرار گیرند. ترکیباتی مثل سدیم بنزوات (C_6H_5COONa) نیز وجود دارند که به عنوان یک فاکتور نگهدارنده و افزایش دهنده ماندگاری محصول اضافه می شوند [2].

یازدهمین کتفرانس آموزش شیمی انجمن شیمی ایران

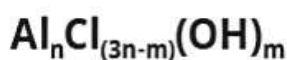
۱۲ آذرماه ۱۳۹۹

دانشگاه فرهنگیان - اصفهان



b. ضد عرق‌ها

ضد عرق‌ها با کاهش میزان عرق بدن با بوی بد مبارزه می‌کنند. آن‌ها این عمل را با ترکیباتی بر پایه آلومینیوم و زیرکونیوم که دارای ساختار پلیمر شاخه‌دار است، انجام داده و مانع فیزیکی تخلیه غدد عروقی می‌شوند. این پلیمر شاخه‌دار به آرامی در طی گذر زمان شکسته می‌شود، بنابراین استفاده مجدد آن‌ها دوباره مورد نیاز می‌باشد [2].



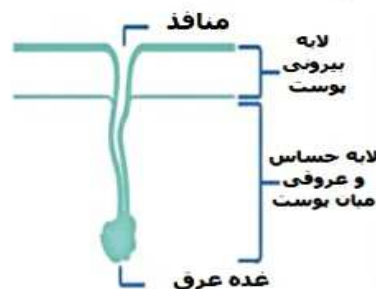
آلومینیوم کلروهیدرات



آلومینیوم فرمات



آلومینیوم زیرکونیوم تتراکلروهیدرکس گلین



۹- خوشبوکننده‌های هوا چگونه عمل می‌کنند؟

برخی از خوشبوکننده‌های هوا تنها بوهای بد را می‌پوشانند، اما گفته می‌شود برخی دیگر از آن‌ها بوهای بد را به طور کامل از بین می‌برند. در اینجا انواع مختلف ترکیبات موجود در خوشبوکننده‌های هوا و عملکرد آن‌ها در مقابل بوی بد را مرور می‌کنیم.

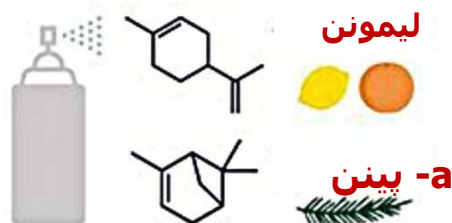
رایحه‌ها:

ترکیبات معطر موجود در خوشبوکننده‌های هوا بوهای بد را می‌پوشانند. این ترکیبات شامل لیمونن و α -پینن هستند. برخی افراد نگران هستند که این مواد با اوزون واکنش دهند و فرمالدئید که ماده‌ای سرطان‌زا است، تولید کنند.

یازدهمین کنفرانس آموزش شیمی انجمن شیمی ایران

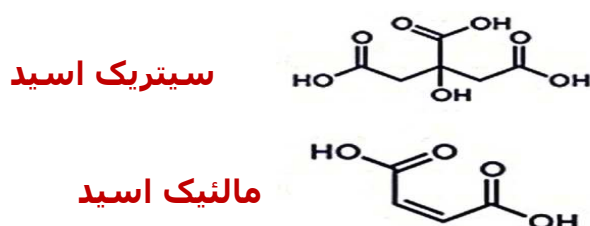
۱۲ آذرماه ۱۳۹۹

دانشگاه فرهنگیان - اصفهان



خنثی سازی بو:

در برخی از خوشبوکننده‌های هوا اسیدهای ارگانیک وجود دارد که می‌توانند با ترکیبات بودار واکنش دهند تا آن‌ها را به مولکولهای بی خطر و ملایم تجزیه کنند.



به دام انداختن بو:

سیکلودکسترین‌ها مولکول‌های حلقوی هستند که از نشاسته ذرت ساخته شده‌اند. مولکولهای بو در فضای درون سیکلودکسترین به دام می‌افتند و این سیکلودکسترین‌ها مانع ورود آن‌ها به بینی شما می‌شوند. مولکول‌های آبگریز بو در مرکز آب‌گریز سیکلودکسترین به دام افتاده‌اند. [6]





یازدهمین کنفرانس آموزش شیمی انجمن شیمی ایران

۱۲ آذرماه ۱۳۹۹
دانشگاه فرهنگیان - اصفهان



مراجع:

1. <http://www.chemistryexplained.com/Ru-Sp/Soap.html>
2. <https://www.compoundchem.com/>
3. <https://cen.acs.org/business/consumer-products/Almost-extinct-US-powdered-laundry/97/i4>
4. <https://www.webstaurantstore.com/blog/3208/cleaning-sanitizing-disinfecting.html>
5. <https://www.livescience.com/amp/hand-sanitizer.html>
6. <https://www.direct365.co.uk/blog/how-air-fresheners-work/>