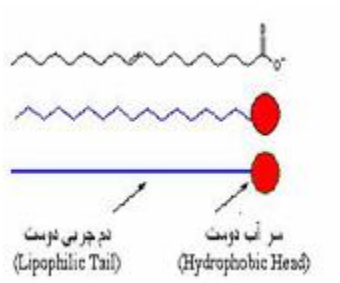
فصل اول

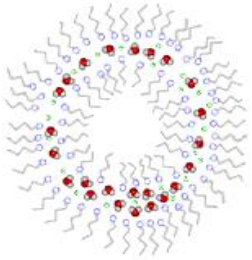
آشنایی با سورفکتنت ها و شوینده ها

۱-۱ مقدمه

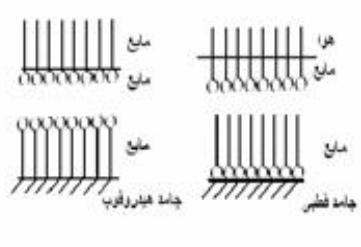
کلمه سورفکتانت مجموعه ی از کلمات " Surface active agent " می باشد. سورفکتنت ها معمولاً ترکیباتی آلی هستند که دارای گروه های هیدروفوبیک (دافع آب) که نقش دم و دنباله را دارد و گروه های هیدروفیلیک (جاذب آب) که نقش سر را دارد می باشند، بنابراین به تناسب ساختار مولکولی در حلال های آلی و آب حل می شوند و باعث کاهش کشش سطحی در فصل مشترک هوا- آب و یا روغن- آب می شوند. درواقع سورفکتنت ها موادی هستند که می توانند انرژی سطحی را بین سطوح به میزان زیادی تغییر دهند خاصیت یک سورفکتنت ناشی از دو شخصیتی بودن ساختمان ملکولی آن است به این معنی که هم زمان دارای گروه های آبدوست و آبگریز می باشند.



ساختار شیمیایی این مواد اغلب شامل یک مولکول نسبتا طولانی با یک انتهای آب گریز و انتهای دیگر آبدوست می‌باشد. قسمت آب گریز این مواد (یک دنباله هیدروکربنی طولانی) با رزین سازگار بوده و در جهت آن حرکت می‌کند در حالی که قسمت آبدوست به سمت بیرون جهت گیری نموده (به سمت فاز آب) و با احاطه نمودن رزین باعث سازگاری آن با آب می‌شود .



خصلت اصلی یک سورفکتنت این است که تجمع آن در سطح مایع بیشتر از درون مایع است. این پدیده جذب نام دارد و در سطوح ما بین مایع-جامد، مایع-مایع و هوا-مایع ایجاد می شود.



جذب در بین سطوح مختلف

سورفکتنت ها نقش مهمی در بسیاری از کاربردهای عملی و محصولات بازی میکنند مثلاً : شوینده ها، انعقاد سازها (مثل: خون)، امولسیون کننده ها (مثل: کرم)، جوهرسازی، کف سازی (مثل: شامپو) ، دیسپرسنتها (جداکننده ها) ، پلیمر(مثل: لاستیک ماشین) و...

تعداد زیادی ملکول سورفکتنت می‌توانند در توده محلول به هم وصل شده و تشکیل توده‌ای به نام میسل (micelle) می‌دهند. به غلظتی که در آن این میسل‌ها شروع به تشکیل شدن می‌کنند غلظت بحرانی تشکیل میسل CMC گویند وقتی میسل‌ها شروع به تشکیل شدن کردند دم آنها تشکیل یک هسته مانند یک قطره روغن و سر یونی انها یک پوسته بیرونی می‌سازد که تماس مطلوب با آب را بهبود می‌بخشد.

۱-۲ تقسیم بندی سورفکتنت ها

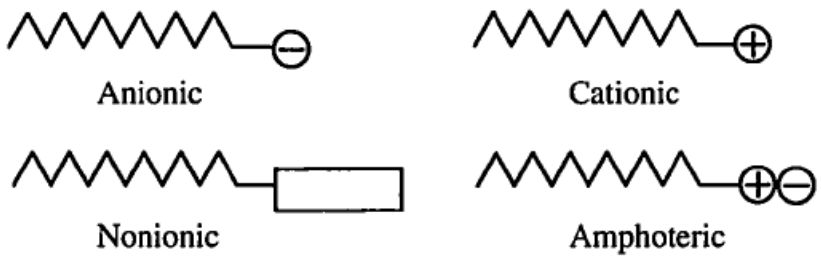
سورفکتنت ها معمولاً بر اساس گروههای سر آبدوست به چهار گروه تقسیم بندی می شوند:

- **سورفکتنت آنیونی–** سر گروه دارای بار منفی است مانند**(-COO^-, -SO^{3-}, -SO^{2-})**، صابون ها، آلکیل بنزن سولفونات ها و سولفات های الکل های چرب از جمله سورفکتنت های آنیونی هستند.
- **سورفکتنت کاتیونی**– سر گروه دارای بار مثبت مانند (**-$NR_1R_2R_3^+$**) است.به عنوان مثال، دی متیل دی استئاریل آمونیم کلراید از این دسته می باشد.
- **سورفکتنت غیر یونی (بدون بار)**– دارای گروه قطبی هستند که نمی تواند در محلول آبی یونیزه شود. این سورفکتنت ها دارای یک زنجیره چربی آبگریز و یک سر قطبی آبدوست شامل اتمهای غیر قابل یونیزه شدن مانند اکسیژن، نیتروژن، یا سولفور هستند. حلالیت آنها نتیجه تشکیل پیوند های هیدروژنی میان آب و عوامل معینی در مولکول سورفکتنت است . به عنوان مثال عامل اتری پلی اکسی اتیلن که پدیده هیدراتاسیون رخ می دهد. در این دسته بسیاری از مشتقات پلی اکسی اتیلن یا پلی اکسی پروپیلن قرار می گیرند و البته قند استر ها و آلکانول آمید ها را نیز شامل می شود.
- **سورفکتنت آمفوتریک**- دارای هر دو بار منفی و مثبت هستند و یک یون دو قطبی را تشکیل می دهند. ستیل آمینو استیک اسید از محیط های آبی زیر تشکیل می گردد:

کاتیونی، در محیط اسیدی $C_{16}H_{33}\text{-}N^{+}H_2\text{-}CH_2\text{-}COOH$

آنیونی، در محیط قلیایی $C_{16}H_{33}\text{,-}NH\text{-}CH_2\text{-}COO^{-}$

علامت نمایش چهار نوع سورفکتنت اشاره شده در بالا در زیر نمایش داده شده است:



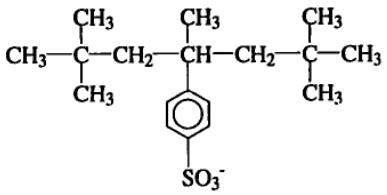
از آنجایی که روش های تهیه و سنتز این سورفکتنت ها خارج از مباحث این جزوه است لذا تنها به معرفی این سورفکتنت ها پرداخته شده است.

مثا لهایی از سورفکتنت های اصلی مورد استفاده در محصولات شوینده و مراقبت شخصی

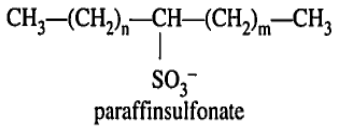
۱-۲-۱ آنیونی- این گروه شامل آلکیل بنزن سولفونات ها، پارافین یا الکان سولفونات ها، سولفات های الکل نوع اول، آلفا- اولفین سولفونات ها، سولفات های آلکیل اتر، صابون ها، سولفوآلکیل آمیدهای اسید های چرب، دی گلیکول آمید سولفات ها، اِن-آسیل آمینو اسیدها، و آلکیلپلی اکسی اتیلن کربوکسیلات ها.

آلکیل بنزن سولفونات (ABS)- این گروه بیشترین سورفکتنت های مورد مصرف می باشند. آلکیل بنزن سولفونات می تواند شاخه دار باشد مانند تتراپروپیل بنزن سولفونات (TPS) یا خطی باشد مثل آلکیل بنزن سولفونات (LAS)، که اولی فقط در چند کشور مصرف می گردد زیرا سرعت زیست تخریب پذیری آن کند است.

آلکیل بنزن سولفونات شاخه ای (TPS) ساختار شیمیایی زیر را دارد:

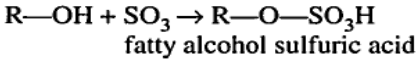


پارافین یا آلکان سولفونات ها (SAS: آلکان سولفونات نوع دوم) به دلیل قیمت نسبتا بالا هنوز به عنوان شوینده استفاده نمی شود. البته، با در نظر گرفتن زیست تخریب پذیری بالایشان در محیط هوازی، حاکی از منبع پتانسیلی آنیونی ها می باشند. این ترکیبات دارای ساختار شیمیایی زیر می باشند:



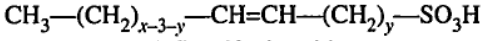
paraffinsulfonate

سولفات های الکل نوع اول (PAS) با سولفوناسیون الکل های چرب (طبیعی یا سنتزی) با مخلوط هوا/SOمطابق با واکنش زیر به دست می آیند:



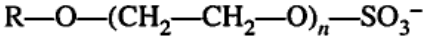
fatty alcohol sulfuric acid

آلفا- اولفین سولفونات ها (AOS) با واکنش SO با آلفا اولفین ها مطابق با واکنش زیر بدست می آیند:



olefinsulfonic acid

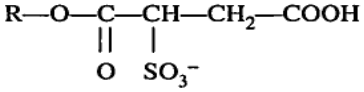
سولفات های آلکیل اتر(اتر سولفات های الکل چرب: AES) ساختار شیمیایی زیر را دارا می باشند:



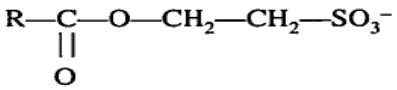
alkyl ether sulfates

If R = Lauryl, we have LES or *L*auryl *E*ther *S*ulfate

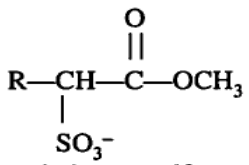
سولفوسوکسینات ها (***Sulfosuccinates***) با فرمول شیمیایی زیر:



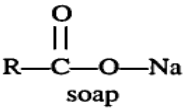
آسیل ایزوتیونات ها ساختار شیمیایی زیر را دارند:



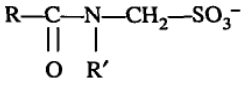
متیل استر سولفونات ها (***MES***) فرمول ساختاری زیر را دارند:


methyl ester sulfonate

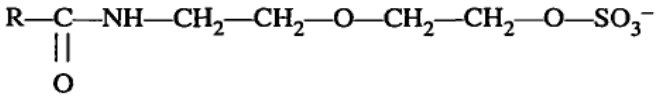
صابون ها فرمول شیمیایی زیر را دارا می باشند:

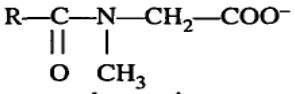

soap

سولفو آلکیل آمید های اسید چرب (اِن- آلکیل تائورید ها) دارای ساختار شیمیایی زیر هستند:

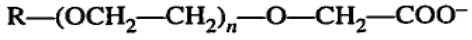

If R′ = CH_3 → *N*-methyl tauride

اِن- آسیل آمینو اسید ها شامل آسیل سارکوزینات ها فرمول شیمیایی زیر را دارند:




acyl sarcosinates

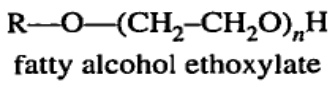
و پلی اکسی اتیلن کربوکسیلات ها فرمول شیمیایی زیر را دارند:



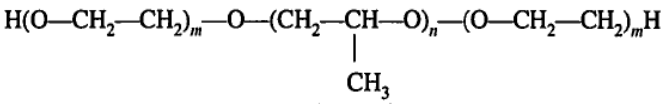
۱-۲-۲ غیر یونی ها- این گروه شامل پلی اتیلن گلیکول اتر الکل یا اتوکسیلات های الکل چرب، کوپلیمر های اتیلن اکسید یا پروپیلن اکسید، آمین اکسید ها، آلکیل آمین ها، آلکیل آمید ها، پلی گلیکول استر ها، آلکیل پلی گلیکوزید ها، و اِنگلوکوزآمید های اسید چرب می باشد.

ساختار شیمیایی این ترکیبات در زیر آورده شده است:

اتوکسیلات الکل چرب (AE)،

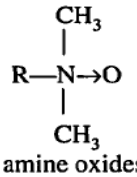

fatty alcohol ethoxylate

کوپلیمر های اتیلن اکسید (**EO**) یا پروپیلن اکسید (**PO**) یا ترکیب های افزایشی (**EO/PO**)،



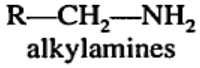
ethylene and propylene oxide copolymers

آمین اکسید،



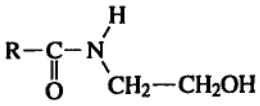
amine oxides

آلکیل آمین،



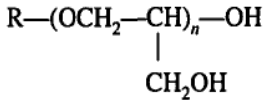
alkylamines

آلکیل آمید،

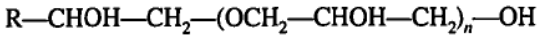


alkyl monoethanolamide

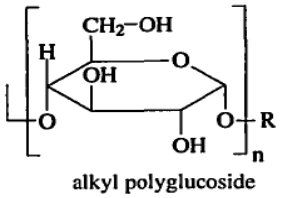
پلی گلیکول استر،



or



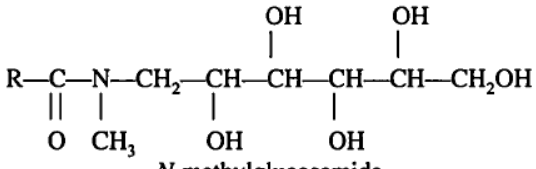
آلکیل پلی گلیکوزید،



alkyl polyglucoside

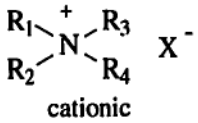
where $n = 1–3$, and $R = C_9–C_{13}$.

و اِن آلکیل گلوکوزآمید اسید چرب



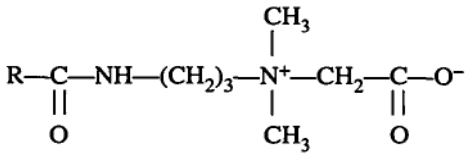
N-methylglucosamide

۱-۲-۳ کاتیونی ها- دارای ساختار شیمیایی زیر هستند:



cationic

۱-۲-۴ آمفوتری ها- این دسته از سورفکتنت ها در pH پایین شبیه کاتیونی ها و در pH بالا شبیه آنیونی ها رفتار می کنند. در pH متوسط ، هر دو بار مثبت و منفی را حمل می کنند ، به این معنی که ساختار یون دو قطبی دارند. بر خلاف آمفوتری ها، سورفکتنت های "زویتر آیونیک" اساسا در محدوده وسیعی از pH ساختار یون دو قطبی دارند. در این گروه از محصولات ، بتانین ها بیشترین مصرف را دارا هستند که دارای فرمول ساختاری زیر می باشند:



amidopropyl betaines

۱-۳ ویژگی های شیمی فیزیکی سورفکتنت ها

1. **کشش سطحی**- بین دو مولکول نیروهای جاذبه به نام **نیروهای واندروالس** وجود دارد. در یک مایع معین، هر یک مولکول همواره در مرکز میدان نیروهای جاذبه ای متقارن کروی است که از مولکول های مجاور بر آن وارد می شود. لذا تاثیر نیروهای واندروالس خنثی می شود. اما، در سطح یک مایع، موقعیت کاملا متفاوت است؛ مولکول ها در معرض میدان نیروی نامتقارن هستند. در فاز گازی، نیروی جاذبه تقریبا ناچیز است زیرا مولکول ها کاملا پراکنده اند. در فاز مایع، نیروهای جاذبه از سوی مولکولهای مشابه به اندازه ی نیروهای داخل مایع خودش قوی هستند. لذا، مولکول های سطح در معرض نیروهای منتجه هستند، که آنها را به سمت داخل مایع می کشاند. در مقیاس میکروسکوپی، این نیرو برای به حداقل رساندن مساحت سطحِ در تماس با هوا عمل می کند. به عنوان مثال، یک قطره آب، که آزادنه در فضا در حال افتادن است کروی می باشد. به طور کمّی میدان نیروی ناموازنه بر سطح با ***انرژی آزاد سطح*** نمایش داده می شوند. که این در تقابل با سطح است. جهت افزایش مساحت سطح، بایستی میزان معادل کار بر روی این انرژی انجام شود. انرژی آزاد سطح بر روی سطح معین را **کشش سطحی** می نامند (انرژی آزاد بر حسب ژول اندازه گیری می شود). از دیدگاه ریاضی و ابعاد،

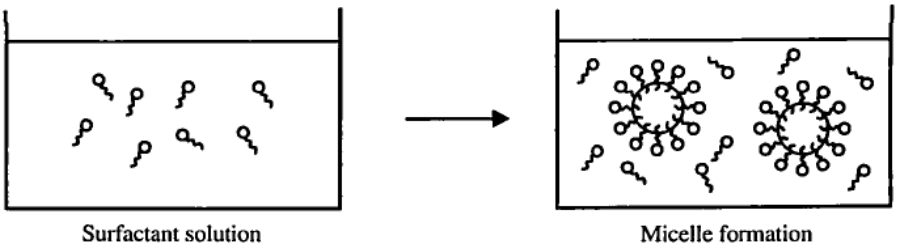
انرژی آزاد بر حسب J/m^2 معادل کشش بیان شده بر حسب نیوتن (N) بر متر(m) / (کار، $F \times d$؛ سطح d^2) که از این تعریف کشش سطح بدست می آید:

$$\mathbf{F \times d / d^2 = F/d}(N/m) \qquad (۱-۱)$$

۲. **کشش بین سطحی**- دو فاز مایع غیر قابل امتزاج یا یک فاز مایع با یک فاز جامد را در نظر بگیرید. مرزی که این دو را از هم جدا می کند بین فازی نامیده می شود، مشابه سطحی که یک مایع و یک گاز را از هم جدا می کند. هر واحد هوا همراه با انرژی آزاد است. این انرژی آزاد که به ژول در واحد سطح بیان می شود، **کشش بین فازی یا بین سطحی** نامیده می شود. از جنبه ریاضی، این کشش معادل نیروی (کشش) بر واحد طول است. لذا می تواند به نیوتون بر متر بیان شود. توجه شود که کشش سطح مورد خاصی از کشش بین سطحی است. در واقع عبارت " کشش سطحی" اشاره به کشش بین سطحی میان مایع و گاز دارد.

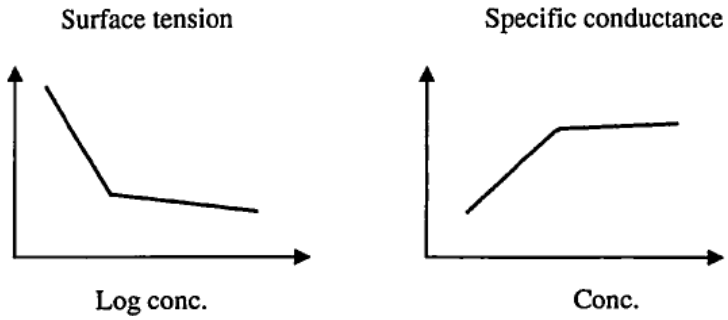
۳. **میسل ها و غلظت میسلی شدن بحرانی (*CMC*)**

سورفکتنت ها از دیگر مولکول های حل شده به دلیل رفتارشان در محلول آبی متفاوتند. در بالاتر از یک غلظت معین از سورفکتنت، ترکیب مولکول ها با هم **میسل** را تشکیل می دهد. به دلیل داشتن قسمت های آبدوست و آب گریز در ساختار سورفکتنت ها، آن ها قویاً جذب سطوح بین فازی می شوند؛ به این صورت که قسمت آب گریز آن بیشتر در محیط مطلوب تر از محلول که توسط مولکول های آب احاطه شده است قرار می گیرد. به همین علت، در محیط آی این مولکول ها به نحوی ترکیب می شوند که میسل ایجاد می کنند زیرا که در حالت های تجمعی خود ، قسمت های آب گریز در موقعیت انرژی مطلوب تری هستند و سیستم پایدارتر است (نیروی جاذبه هیدروکربن /آب کمتر از نیروی جاذبه آب/آب و نیروی جاذبه هیدروکربن/هیدروکربن است). تشکیل میسل یک ناهنجاری را در خواص فیزیکی و الکتریکی محلول های شوینده ایجاد می کند (شکل ۱-۱).



شکل ۱-۱) تشکیل میسل.

لذا وقتی غلظت سورفکتنت در محیط افزایش می یابد، خواص معینی ناگهان تغییر می یابد. برای مثال، منحنی های نشان داده شده در شکل ۱-۲ بدست می آید. این تغییرات به تشکیل ناگهانی میسل ها نسبت داده می شود. غلظتی را که به تشکیل میسل نسبت داده می شود **غلظت بحرانی میسلی شدن (CMC)** نامیده می شود. خاطر نشان می گردد که این غلظت ها با تعیین تغییرات در یک خاصیت فیزیکی به صورت تابعی از غلظت سورفکتنت تعیین می گردند.نقطه تقاطع دو بخش خطی از نمودار، مقدار CMC را می دهد. محلول های سورفکتنت که شامل میسل می باشند به عنوان محلول های کلوئیدی در نظر گرفته می شوند.



شکل ۱-۲) تعیین غلظت بحرانی میسلی

نقطه کرافت یا نقطه ابری- یکی از ویژگی های سورفکتنت های آنیونی عبارت است از اینکه حلالیت آن ها با بالا رفتن دما افزایش می یابد.؛ حلالیت افزایش ناگهانی می یابد وقتی که سورفکتنت به قدر کافی حل می شود تا میسل تشکیل دهد. نقطه **کرافت** به عنوان دمایی تعریف می شود که حلالیت معادل CMC است، یا دمایی که میسل حل می شود.نقطه کرافت با اندازه گیری دمایی بدست می آید که در آن دما محلول سورفکتنت در آب با غلظتی مشخصی شفاف می شود. این نقطه تخمینی است زیرا دمای بدست آمده به میزان سورفکتنت استفاده شده بستگی دارد. برای غیر یونی ها، تا کنون دیده شده است که حلالیت از پیوند هیدروژنی میان آب و زنجیره هیدرو کربنی بدست می آید. با گرم کردن، این پیوند های هیدروژنی گسسته می شوند و منجر به از دست دادن آب می شود، و با این کار حلالیت کاهش می یابد. همانطور که در بالا دیدیم، این رفتار متضاد آن چیزی است که برای آنیونی ها دیدیم که حلالیت آنها با دما افزایش پیدا می کرد.

نقطه ابری دمایی است که در آن سورفکتنت غیر یونی نامحلول می شود (و سبب ابری شدن محلول می گردد).

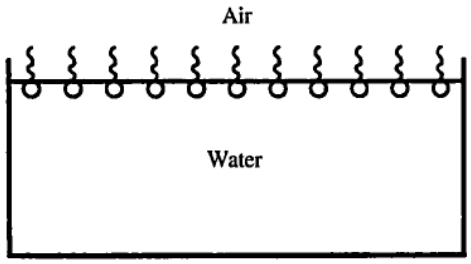
موازنه آبدوست-چربی دوست (HLB)- خواص فیزیکوشیمیایی معینی از سورفکتنت ها ، به خصوص خواص امولسیون شوندگی آنها ، ارتباط نزدیکی به قطبیت ساختاری آنها دارد. حدود سال ۱۹۵۰ ، گرفین تصور کرد که قطبیت این مواد را می توان با یک عدد تجربی به نام **موازنه آبدوست- چربی دوست**(HLB) شرح داد.

این عدد یک مقدار در یک مقیاس دلخواه است، به عنوان مثال، ترکیبی که کمی آبدوست است (یعنی حل شدنش در آب دشوار است) HLB کوچک دارد. افزایش در HLB به معنی افزایش در ویژگی آبدوستی مولکول است. لذا HLB معیاری از قطبیت مولکول است. چندین معادله برای محاسبه HLB وجود دارد. رابطه میان حلالیت یا توزیع شوندگی سورفکتنت ها و مقادیر HLB در جدول ۱-۱ ارائه شده است. برای غیر یونی ها، HLB برحسب مقدار مورد نیاز به راحتی، با تغییر تعداد مول های اتیلن اکساید، قابل تنظیم است، در حالی که برای آنیونی ها محدود می شود به قسمت آبدوست (گروه یونی سولفات یا سولفونات)که خیلی تغییر نمی کند.

جدول۱-۱) رابطه میان حلالیت (توزیع شوندگی) سورفکتنت ها و مقادیر **موازنه آبدوست-چربی دوست**(HLB).

Dispersibility	HLB value
Not dispersible in water	1–4
Poor dispersibility	3–6
Weak dispersion, but stable	8–10
Clear solution	13

یک ویژگی مهم سورفکتنت ها جذبشان در سطح مشترک است. این جذب عمیقاً کشش سطحی را تغییر می دهد. جذب سورفکتنت ها در سطح مشترک میان آب و هوا کشش سطحی آب را پایین می آورد. همان طور که در شکل ۱-۳ تشریح شده است، مولکول های سورفکتنت دارای گروه های قطبی هستند که در سطح مشترک میان آب و هوا به سمت فاز آبی جهت گیری می کنند. در سطح مشترک جامد/مایع یا مایع/مایع (مثل پارچه /آب، یک جامد معین/ آب ، و روغن/آب)، جذب سورفکتنت ها کشش بین سطحی فیبر یا چرک را نسبت به آب پایین می آورد. از سوی دیگر، کشش بین سطحی میان پارچه و چرک افزایش می یابد. شکل ۱-۴ پدیده جذب را نشان می دهد (گروه قطبی همواره به سمت فاز آبی جهت گیری می کند). توجه کنید که اگر گروه قطبی بار دار باشد (مثل آنیونی)، جذب در فصل مشترک میان مایع و جامد خواص آن را، مثلا دافعه الکترواستاتیکی، تغییر می دهد.



شکل ۱-۳) رفتار سورفکتنت ها در سطح مشترک آب و هوا.

به طور خلاصه جذب سورفکتنت در سطوح مشترک اثرات زیر را دارد:

۱- کشش بین سطحی میان آب و هوا، یا کشش سطحی، را کاهش می دهد یعنی $\gamma_{A/W}$ کم می شود،

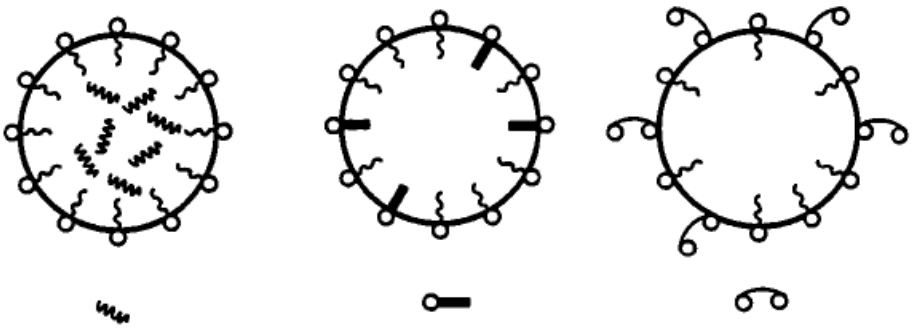
۲- کشش بین سطحی فیبر/آب و چرک/آب کاهش می یابد، یعنی $\gamma_{P/W}$، $\gamma_{O/W}$، $\gamma_{F/w}$ (کهF برای فیبر، P برای ذره، و O برای روغن به کار رفته است) کم می شوند.

۳- کشش بین سطحی فیبر/ روغن افزایش می یابد یعنی: $\gamma_{F/P}$، $\gamma_{F/O}$ زیاد می شوند.

شکل ۱-۴) جذب سورفکتنت در سطح مشترک جامد / آب.

کاهش کشش بین سطحی به عبارتی همچون خاصیت **خیس شوندگی** مرتبط می شود. به این ترتیب که، اگر آب روی فیبری قرار داده شود، آب مایل به انقباض خواهد بود زیرا کشش سطحی بزرگ است. حال اگر سورفکتنت اضافه کنیم، کشش سطح کاهش می یابد و لذا آب روی فیبر پهن می شود و به اصطلاح می گوییم فیبر خیس شده است.

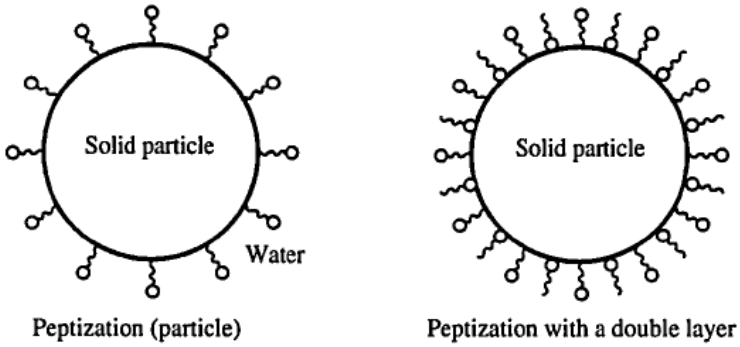
خاصیت جالب دیگر محلول های سورفکتنت، توانایی آن ها در افزایش حلالیت مواد آلی مشخصی است که در آب غیر محلول هستند (مانند هیدروکربن ها). این پدیده، که **حلالیت** نامیده می شود، به شرکت شرکت ماده آلی در میسل سورفکتنت ها نسبت داده می شود. مولکول های حل شده در میسل به سه طریق شرکت داده می شوند مه در شکل ۱-۵ تشریح شده است. مولکول های غیر قطبی، مثل هپتان در داخل میسل هستند و با آب تماسی ندارند. مولکول های با گروه قطبی، مثل هپتانول، در میسل شرکت می کنند به همان طریقی که عوامل سورفکتنتی عمل می کنند. مولکول های قطبی در خارج از سطح میسل یافت می شوند.



شکل ۱-۵) حل شدن در میسل.

حلالیت نمونه ای از تشکیل میسل های مخلوط است. این مورد مثال خاصی از پدیده حلالیت به عنوان "هیدرو تروپی" دانست که به موجب آن حلالیت یک ماده(مثل ABS) در حلال (مثل آب) به میزان بسیار زیادی با افزودن ترکیبات دیگر (مثل سدیم تولوئن سولفونات) افزایش یابد. حلالیت متفاوت از"هیدرو تروپی" است که درآن مقدار بسیار کمی از عوامل انحلال برای حل شدن ماده آلی کافی است. ما بایستی بین حلالیت، امولسیون شدن، و پپتیزاسیون تمایز قائل شویم. یک امولسیون عبارت است از توزیع ذرات مایع (با قطر بیشتر از ۰/۵ میکرو متر) در مایع امتزاج ناپذیر دیگر. حال آن که پپتیزاسیون عبارت است از پخش شدن ذرات کلوئیدی. به عبارت دیگر، حلالیت در مقیاس مولکولی است، در حالی که امولسیون و پپتیزاسیون در مقیاس میکروسکوپی (بزرگتر از ۱ میکرو متر) هستند. این دو پدیده آخر در شکل های ۱-۶ و ۱-۷ به تصویر کشیده شده اند.

شکل ۱-۶) تشکیل امولسیون.



شکل ۱-۷) پپتیزاسیون.

حلالیت به مقدار و اندازه میسل ها بستگی دارد. بیشتر میسل ها در محلول، حلالیت بیشتر خواهد بود، و به نظر می رسد میسل های بزرگ ظرفیت بیشتری را برای حل کردن ماده آلی دارا هستند.
بالاخره، نقطه ابری غیر یونی ها را می توان به عنوان علامت برای تشکیل "میسل های بسیار بزرگ" در نظر گرفت. این مسئله می تواند شرح دهد که چرا حلالیت (که یکی از مکانیزم های مورد استفاده در پاک کنندگی است، همان طور که بعدا می بینیم) در اطراف نقطه ابری غیر یونی ها بسیار فعال است.

۱-۴ تأثیر عوامل مختلف بر ویژگی های فیزیکو شیمیایی سورفکتنت ها

۱. ***اثر نوع مولکول بر کشش سطحی و بین سطحی***- تحقیقات زیادی بر روی ارتباط خواص فیزیکی، به ویژه کشش سطحی و بین سطحی سورفکتنت ها و ترکیب شیمیایی آنها انجام شده است. به عنوان مثال در یکسری همولوگ، افزایش هر گروه CH به زنجیر چرب، کشش سورفکتنت را به اندازه یک سوم غلظت مورد نیاز کاهش می یابد. به عبارت دیگر، برای هر غلظت معین، با طویل شدن زنجیره کربنی کشش سطحی کاهش می یابد.
هارتلی، دریافت که اگر از تشکیل میسل ها جلوگیری شود (تشکیل میسل ها با کاهش تقارن مولکولی جلوگیری می شود)، کشش سطحی قویاً در غلظت های بالاتر از CMC افت می کند. برای انجام این عمل لازم است که زنجیره آبگریز شاخه دار شود یا اینکه دو زنجیر کوتاهتر به جای یک زنجیر بلند جایگزین گردند (به عنوان مثال، جا به جا کردن گروه یونی به سمت داخل، اما نه در مرکز زنجیره چرب). متعاقباً، تست های عملی بر روی ظرفیت خیس شوندگی (که به کشش سطحی مرتبط است) فرضیه هارتلی را تصدیق می کنند. برای غیر یونی ها، اندازه گیری ها نشان می دهد که پایین آمدن کشش سطحی با زنجیره چرب C_{12}-C_{14}و درجه اتوکسیلاسیون حدود ۳-۵ بیشینه (ماکزیمم) می گردد.
۲. ***اثر نوع مولکول بر جذب در فصل مشترک های مختلف***- به طور کلی، جذب با افزایش طول زنجیره آبگریز افزایش می یابد. برای غیر یونی ها، با افزایش تعداد اکسید های اتیلن (قسمت آبدوست) جذب کم می شود.
۳. ***اثر نوع مولکول بر CMC***- در ابتدا، بایستی توجه شود که CMCغیر یونی ها بسیار کمتر از آنیونی ها است (۱ به ۱۰۰). از سوی دیگر، تعداد میسل های غیر یونی (تعداد تجمعات) بسیار بیشتر از آنیونی ها است. برای آنیونی ها، CMC با زنجیره کربنی افزایش می یابد و با نوع گروه های قطبی تغییر زیادی نمی کند. برای غیر یونی ها، CMC کاهش می یابد همانطور که زنجیره آبگریز افزایش می یابد و با تعداد اکسید های اتیلن زیاد می شود، اما اثر آن نسبت به طول زنجیره آبگریز کمتر قابل توجه است.

۴. ***اثر دما بر کشش های سطحی و بین سطحی***- دما تنها تأثیر کوچکی بر کشش های سطحی و بین سطحی دارد. به طور کلی، افزایش دما کشش های سطحی و بین سطحی را اندکی کاهش می دهد. برای غیر یونی ها، در زیر تقطه ابری تغییرات چندانی ندارد.

۵. ***اثر دما بر جذب***- جذب غیر یونی ها با دما بیشتر می شود. در اطراف نقطه ابری این تغییر برجسته تر می شود.

۶. ***اثر دما برCMC***- تأثیر دما بر CMC آنیونی ها ضعیف و کاملاً پیچیده است. تعدادی از تحقیقات نشان داده اند که منحنی CMC کمینه ای (مینیمم) را به صورت تابعی از دما نشان می دهد. در غیر یونی ها، افزایش در دماCMC را کاهش می دهد. بایستی توجه کرد که تعداد و اندازه میسل ها با دما، به خصوص در اطراف نقطه ابری، افزایش می یابد.

۷. ***اثر الکترولیت بر جذب***-افزایش الکترولیت حلالیت سورفکتنت ها (اثر نمک) کاهش می دهد، و این امر سبب افزایش جذب در فصل مشترک می شود.

۸. ***اثر الکترولیت بر CMC***- با آنیونی ها، افزایش الکترولیت CMC آنها مطابق با معادله زیر کاهش می یابد:

$$\log CMC = A - B.\log \mathrm{C}^{+} \qquad \text{معادله (۱-۲)}$$

که C^{+} غلظت یون مخالف است. اگر میزان زیادی از ماده آلی قطبی (مثل اوره یا اتانول) اضافه کنیم، از تشکیل میسل های آنیونی جلوگیری کرده ایم. این مواد **"هیدروتروپ"** هستند، که بویژه در شوینده های مایع (مایعات ماشین ظرف شویی، شامپوها) استفاده می شوند. از سوی دیگر، افزایش مقدار اندکی از این مواد CMC را کاهش می دهد. برای غیر یونی ها، افزودن الکترولیت ها اثر نمک را سبب می شود، و بنابر این CMC را کاهش می دهد. در هر حال، باید توجه شود که اثر الکترولیت ها بر تشکیل میسل ها تنها در غیر یونی های با کمتر از ۱۵ اکسید اتیلن عمل می کند.

به طور خلاصه، می توان گفت که حلالیت به طور نزدیکی در ارتباط با تعداد و اندازه میسل ها است، یعنی هر چیزی که CMC را کاهش می دهد (زنجیر آبگریز، الکترولیت ها) تعداد و اندازه میسل ها را و بنابراین حلالیت را افزایش می دهد. جذب اثر تغییر دهندگی بر خواص در فصل مشترک دارد، به ویژه کاهش کشش سطحی، که سبب افزایش در خواص خیس شوندگی محلول سورفکتنت می شود.

۱-۵ عملیات شستشو و مکانیزم های شویندگی

شویندگی به عنوان"پاک کردن سطح یک جامد، با استفاده از محلول شوینده است که از به جای حل شدن ساده،از طریق فرآیند فیزیکوشیمیایی عمل می کند". در پاک کردن، شوینده چرک را ازپارچه می زداید و آن را در سوسپانسیونی در آب نگه می دارد تا از رسوب مجدد آن بر لباسهای موجود در محلول جلوگیری کند.

در موارد خانگی بیشتر به چرک گریسی (گریس یا روغن) و چرک مجتمع ذره ای (ذرات تقسیم شده بسیار ریز) بر می خوریم. این نوع از چرک های چربی و مجتمع مستقلا تشکیل می شوند یا با درجات بسیار متفاوتی مخلوط می گردند. چرک چرب می تواند از چربی پوست انسانی از طریق تماس با اجزای گریسی در محیط (مثل غذا، مواد آرایشی یا روغن موتور) یا از باقیمانده های صابونی در سرویس های بهداشتی وارد شوند. چرک مجتمع شامل اکسید های فلزی، خاک، یا کامپوزیت های کربن همچون دوده می باشد. سورفکتنت ها اساساً چرک های چربی و مجتمع ارتباط دارند. مکانیزمی که آنها چرک را حذف می کنند بسیار پیچیده است، به ویژه اگر ما بخواهیم به هر دو نوع چرک بپردازیم. برای ساده سازی، حذف هر یک از این چرک ها را جداگانه بررسی می کنیم.

شستشوی منسوجات فرآیندی بسیار پیچیده است. بسیاری از مکانیزم ها می توانند به حذف چرک کمک کنند. به طور اختصار مکانیزم های حذف در جدول ۱-۲ ارائه شده اند. در آزمایشگاه، هر مکانیزمی را می توان نشان داد؛ در هر حال، در دنیای واقعی اثبات بهتر بودن و تفاوت کمّیِ یک مکانیزم نسبت به دیگری ممکن نیست. این امر به این دلیل است که فاکتور های دیگری در قسمتی از شویندگی مثل، هم زدن پر تلاطم، یا ساختار الیاف نقش بسیار مهم دارند.

جدول ۱- ۲) کاربرد تئوری ها برای انواع مختلف چرک

Theory	Soil
"Rolling-up" theory	Fatty soil
Solubilization	Fatty soil
Thermodynamic theory	Greasy or particulate soil or a mixture of the two (spontaneous separation, Lanza process)
Electric and thermodynamic theories	Particulate soil
Mesophase formation	Polar fatty soil
Saponification	Fatty acids in soil
Break-up by retention of surfactants	Solid, nonpolar fatty soil

فصل ۲

اجزای اصلی مصرفی در شوینده ها و مکانیزم عمل آنها

۲-۱ تأثیر عوامل مختلف بر فرایند شستشو

محصولات مواد شوینده ، مانند ماشین لباسشویی، با استفاده از چندین خاصیت آب روی چرک عمل می کنند که شامل موارد زیرمی شوند:

۱. کم یا بیش می تواند مواد خاصی رو حل کنند.
۲. گرما رامنتقل می کند.
۳. انرژی با حرکت درام ماشین به آن داده می شود.
۴. می تواند ذرات معینی را به حالت تعلیق نگه دارد.
۵. نسوج را کم و بیش تا حدی خیس می کند.
۶. اجازه می دهد تا واکنش های شیمیایی رخ دهند.
۷. تبخیر می شود.

از این رو، یک متحد ارزشمند است ، اما متاسفانه، تنها ویژگی های مثبت ندارد. در واقع، آب های طبیعی شامل نمک های معدنی، از جمله بی کربنات های کلسیم و منیزیم (نمک های محلول) می باشند که هنگامی که در دماهای بالا قرار می گیرند نامحلول (کربنات ها) می شوند. این "تارتار" یا "سنگ آهک گچی" که مردم نواحی خاصی با آن آشنا هستند، ماده ای است که نیاز دارد که عوامل نرم کننده ی آب در ترکیب مواد شوینده فرموله شوند. جدول ۲-۱ تعاریف مختلف مورد استفاده را برای سختی آب ارائه داده است.

جدول ۲-۱) تعریف سختی آب.

Name	Abbreviation	Definition
Total hardness	TH	Calcium and magnesium salts
Temporary hardness	TAC	Calcium and magnesium bicarbonates and carbonates
Permanent hardness	TH–TAC	Neutral calcium and magnesium salts (or the overall content of calcium and magnesium sulfates and chlorides)
Alkalinity to phenolphthalein	TA	Alkalis alone
Alkalinity to Methyl Orange	TAC	Alkalis and carbonates, or carbonates and bicarbonates, or bicarbonates alone

۲-۲ انواع چرک

انواع چرک که در فرآیند شستشو با آن مواجه می شویم منشاء های مختلفی دارد، مثل بدن انسان، که اغلب در تماس مستقیم با لباس ؛ محیط اطراف (جو که دود و غبار دارد)؛ و غذااست قطعا شایع ترین و متغیرترین منبع چرک ها و لکه ها هستند؛ یا مکان کار، که در آن چرک و لکه ها روی لباس مثلاً یک قصاب پیدا می شود ، کاملاً متفاوت از لباس های چرک شده یک مکانیک هستند.

چرک عموماً به سه دسته آشنا دسته بندی می شوند. این دسته ها شامل چرک چرب، چرک ناچرب، و چرک ذره دار می شوند. آنها از عناصری ساخته شده اند که یا در آب محلول (مثل نمک یا شکر) و یا در آب نامحلول(مثل گریس) هستند. این دسته بندی کم و بیش ساختگی است زیرا چرک های طبیعی که روی ملافه ها یافت می شوند، مثلاً ترکیبی از چرک چربی و ذره دار هستند.

این نوع چرک ها به روش های زیر به منسوجات متصل می شوند: فیزیکی (نیروهای جاذبه)، فیزیکوشیمیایی (ترشحات چربی که غبار را جذب می کنند)، و شیمیایی (رنگ دهنده هایی که عمیقاً در منسوجات نفوذ می کنند).

چرک بدن- این دسته شامل مقادیر ناچیز چربی پوست (رسوب ماده چربی و پوست، به ویژه در سیل ها و کاف ها)، فضولات انسانی (از جمله تعریق)، و خون می شود.

چرک محیطی- این گروه اساساً شامل چرک های ذره دار (زمین، دوده، یا انواع مختلف غبار)، رنگ دهنده های طبیعی (لکه های چربی)، یا آنچه که ساختگی است(مواد آرایشی، جوهر، یا روغن های معدنی)می شود.

چرک غذا- این گروه بزرگترین دسته است. مقدار و نوع لکه ها گسترده هستند و شامل مواد جامد (مثل شکلات یا میوه) و مایعات (مثل شراب، چای، یا قهوه) می شوند. غذا شامل رنگ دهنده های با منشاء طبیعی یا مصنوعی هستند. چرک غذا شامل سه عنصر اصلی غذایی می باشد: ۱- لیپید ها (روغن، یا چربی، غیر محلول در آب)؛ ۲- کربو هیدرات ها، شامل قندها، که در آب محلولند بنابراین به راحتی حذف می شوند؛ نشاسته ها (مثل ماکارونی، آرد، برنج، یا سیب زمینی)، که گاهی نامحلولند، اما لکه را جذب می کنند (نشاسته یک چسب واقعی است که چرک هی ذره ای را جذب می کند)؛ و سلولز (مثل هویج یا کاهو)، که علیرغم اینکه نامحلول می باشند به آسانی حذف می شوند؛ ۳- پروتئین ها، شامل گوشت، تخم مرغ، شیر و پنیر. پروتئین ها در گرما لخته می شوند؛ یعنی مولکول های بزرگتر قبل از حذف شدن به مولکول های کوچکتر تکه می شوند.

۲-۳ نسوج مختلف

امروزه، هر شخصی از طیف گسترده ی از منسوجاتی که استفاده می کند، به خصوص برای لباس، آگاه است. هر کدام از آنها به روش خاصی برای شستشو نیاز دارد زیرا به آب، دما، ماشین، و ماده شوینده به طور متفاوتی واکنش می دهد. اگر نسوج رنگی اضافه کنیم (که در آن طیف وسیعی از طریق مد و ورود روکش ها و الیاف جدید تحمیل شده است) مشکل مطرح شده به فرمول مواد شوینده هنوز واضح ترخواهد بود! الیاف نساجی، بر اساس مبدا، به سه گروه زیر دسته بندی می شوند: ۱- الیاف طبیعی، شامل گیاهی (کتان، پنبه) یا حیوانی (پشم و ابریشم)؛ ۲- الیاف مصنوعی، که از سلولز گرفته شده اند (ویسکوز، استات، ریون یا ابریشم مصنوعی)؛ ۳- الیاف مصنوعی، که از محصولات پترو شیمی بدست آمده اند (پلی استر، آکریلیک، پلی آمید).

جدول ۲-۲) انواع نسوج

Textile type	Characteristics	Recommended treatment
Natural vegetable fibers, e.g., cotton, linen	Resistant	Can take high temperatures, rough handling, and bleach (for whites only).
Natural animal fibers, e.g., wool, silk	More fragile. Lose 40% of their resistance when wet.	Require careful treatment. Should be washed and rinsed at 20–30°C maximum.
Synthetic fibers, e.g., nylon	Strong. Neither water nor soil can penetrate deeply, except for certain fats.	Do not like high temperatures. Can be difficult to wash.
Mixed fibers (synthetic and natural)	Worn more and more today, these modern textiles blend the comfort of natural fibers with the advantages of synthetics.	Wash temperature to be chosen on the basis of the most fragile fiber.
Artificial fibers e.g., viscose, acetate	Derived from natural vegetabe fibers.	More fragile than natural fibers; bleaching is discouraged.

۲-۴ اجزای اصلی شوینده ها و مکانیزم آنها

۲-۴-۱ انتخاب سورفکتنت

قاعده کلی-در این قسمت به بررسی برخی از قواعد کلی در خصوص سورفکتنت ها می پردازیم. ما در بسیاری ازمباحث از " سازنده ها" (builders) صحبت می کنیم که در ابتدا، منظور از کلمه "سازنده" افزودنی هایی هستند که با صابون ترکیب می شدند تا عملکرد آن را بهبود بخشند. متعاقباً، این کلمه برای توصیف نرم کننده های آب ، به ویژه فسفات هاو بعد زئولیت ها، سیلیکات ها، یا کربنات ها به کار می رفت. هنگامی که به اندازه کافی در فرمولاسیون موجود باشد، می گوییم که محلول شوینده "ساخته شده" است؛ هنگامی که این حالت فراهم نباشد، می گوییم که " تحت ساخت" است.

سورفکتنت ها، اصلی ترین افزودنی در محصولات شستشو هستند. همان طور که قبلا اشاره شد، عملکرد آنها حذف چرک و حفظ آن به صورت تعلیقی در محلول شستشو است، تا از رسوب مجدد آن بر لباس جلوگیری کند – آنچه که ما آن را شوینده می نامیم. دو عامل اساسی غالب بر شویندگی، حلالیت سورفکتنت ها و غلظت میسلی بحرانی آنها (CMC) است. برای دستیابی به حداقل میزان شویندگی، سورفکتنت ها بایستی در محلولِ شستشو محلول باشند.

نقطه کرافت، یا دمایی که سورفکتنت در آن حل می شود، برای آنیونی ها با افزایش طول زنجیر آلکیل افزایش می یابد؛ برای مثال، نقطه کرافت سدیم لوریل الکل سولفات در آب مقطر ۲۰ °C~ است در حالی که برای C_{16}-C_{18} الکل سولفات ها ۵۰ °C ~است. اما این مقادیر در حضور اجزای دیگر از جمله غیر یونی ها، سازنده ها یامواد معدنی دیگر تغییر می کند. البته، افزودن اتیلن اکسید به الکل سولفات چرب نقطه کرافت را پایین می آورد.

سورفکتنت ها نبایستی در دمای شستشوی انتخاب شده به آسانی حل شوند زیرا جذب کمتری برای کاهش کشش سطحی الیاف وجود خواهد داشت. برای بدست آوردن یک شویندگی خوب با آنیونی ها، آنها باید در دمای شستشو خیلی محلول ویا نامحلول نباشند. برای غیر یونی ها، شویندگی برای چرک های غیرقطبی در دماهای بالای نقطه ابری بهینه است، در حالی که برای چرک

های قطبی، عکس این حالت صادق است. به طور عمومی پذیرفته شده است که غیر یونی ها در حذف چرک های غیر قطبی بهتر از آنیونی ها هستند، در حالی که عکس آن برای چرک های قطبی صادق است.

انتخاب سورفکتنت به کیفیت و مقدار سازنده ها در محصول بستگی دارد. از میان آنیونی ها، LAS به حضور یونهای کلسیم (Ca^{2+}) و منیزیم (Mg^{2+}) در آب حساس تر است. اگر مقدار سازنده ها کافی نباشد، کلسیم LAS رسوب میکند، که غلظت سورفکتنت و در نتیجه شویندگی را کاهش می دهد. بدون رسوب، شویندگی LAS با غلظت تا ۰/۶ گرم بر لیتر افزایش می یابد. PAS, LES، آلفا- اولفین سولفات (AOS) و متیل استر سولفات ها (MES) نسبت به LAS کمتر به یون های Ca^{2+} و Mg^{2+} حساس هستند.این مسئله برای غیر یونی ها نیز صحیح است.

روند های جدید- امروزه، بسیاری از صنایع از سورفکتنت های سازگار با محیط زیست استفاده می کنند که "زیست تخریب پذیر" یا "تجدید پذیر"هستند. مثال هایی از این نوع عبارتند از:

۱- الکل سولفات های چرب بر پایه روغنهای گیاهی (نارگیل)- (PAS).

۲- آلکیل پلی گلیکوزید ها، که مزایای زیادی دارند. ترکیب آنها با غیر یونی های راست، اثر مثبتی بر حذف لکه های چربی دارد. ویژگی های نرم کنندگی آنها بهتر از غیر یونی ها است. اثر " خروج نمک" (Salting out ، یا جدایی فاز در حضور الکترولیت ها) ضعیف است، که یک مزیت معین در فرموله کردن مایعات ایزوتروپیک غلیظ است؛ برای مایعات سازمان بندی شده، این مسئله به پخش بهتر لیپوزوم ها منجر می شود. ویسکوزیته لجن کاهش می یابد، وقتی پودر دمیده می شود بازدهی بهتری می دهد.

۳- گلوکوزآمید های اسید چرب.

۴- متیل استر سولفونات ها.

۵- الکل های چرب اتوکسیله شده با توزیع باریکی از واحد های اتیلن اکسید: برای غیر یونی های معمول با تعداد متوسط ۷ مولکول اتیلن اکسید، تعداد واحد هایEO بین ۱ تا ۱۵ تغییر می کند. برای همان غیر یونی ها با توزیع باریک، تعداد مولکول های اتیلن اکسید بین ۳ تا ۱۲ تغییر می کند. این نوع غیر یونی موثرتر است.

در تولید پودر به روش خشک کردن پاششی، LAS مشکل ساز نیست و بسیار پایدار می باشد. ساخت پودر های با سطح بالای غیر یونی مشکل تر است، به این معنی که لجن (خمیر دمیده) ویسکوز تر بوده و می تواند بخار آبی (و حتی آتشگیر) در حین دمیدن ایجاد کند که به دلیل این است که الکل های چرب اتوکسیله شده همواره شامل اجزای فرار مثل الکل اتوکسیله نشده یا اتوکسیلات های با EO کم می باشد. تحت این شرایط، میزان آب در لجن افزایش می یابد تا هم ویسکوزیته و هم دمای دمش را پایین آورند ، که سبب کاهش بهره وری می شود.

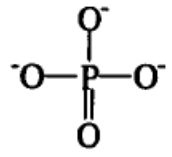
دمیدن پودر های مبتنی بر PAS سبب بروز مشکلاتی میانی بینLAS و غیر یونی ها می گردد. به وضوح، انتخاب سورفکتنت ها کمتر مشکل ساز است وقتی که راه های غیر برج برای پودر های متراکم (غلیظ) استفاده می شود. محصولات تغلیظ شده شامل LAS، PAS ،آلکیل پلی گلیکوزید ها (APGO)، LES وAOS در بازار در دسترس هستند. MES درآینده نزدیک استفاده می شود.

۲-۴-۲ عوامل نرم کننده آب

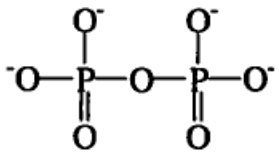
سه روش گسترده برای جلوگیری از سختی آب وجود دارد که در عملکرد شستشو دخالت می کند. این سه روش عبارتند از: تشکیل کمپلکس یون های Ca^{2+} و Mg^{2+}، مبادله یون های Ca^{2+} و Mg^{2+}با یون های Na^{+}، و رسوب دهی یون های Ca^{2+} و Mg^{2+}.

فسفات ها- بهترین عامل کمپلکس دهنده تری پلی فسفات شناخته شده است. از جنگ جهانی دوم، فرمولاسیون شوینده ها شامل فسفات ها (اساساً تری پلی فسفات) می باشد. سطوح ترکیب سازی عموما بین ۲۸-۴۰٪ است، اما تا ۴۵ یا حتی ۶۰-۶۵٪ هم می رسد. به دلایل هزینه ای، و مهم تر از آن دلایل زیست محیطی در حال حاضر محتوا حدود ۲۰٪ است. مطالعات زیادی بر روی این ترکیبات انجام شده است اما ما در اینجا وارد جزئیات نخواهیم شد و فقط به اختصار به شیمی ساده آنها می پردازیم.

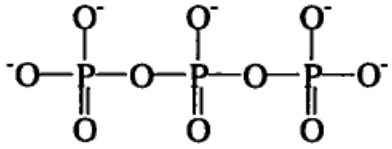
فسفات ها عوامل کمپلکس دهنده و کی لیت کننده هستند. یک عامل شلات کننده یک ماده شیمیایی است که کمپلکس های محلول در آب با یون های فلزی تشکیل می دهد. عبارت "کی لیت" و کمپلکس کننده برای توصیف این نوع واکنش استفاده می شوند. تری پلی فسفات، مشابه دیگر عوامل نرم کننده آب، یک سازنده است. فرمول اصلی فسفات مورد استفاده در پودر های شوینده به شرح زیر است:



Orthophosphate



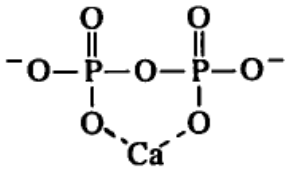
Diphosphate or pyrophosphate



Triphosphate “improperly called” tripolyphosphate

برای ساده سازی،این ترکیبات تنها باعنوان "ارتو" (فسفات)، "پیرو" (فسفات)، و TPP (تری پلی فسفات) یاSTPP (سدیم تری پلی فسفات) اشاره خواهد شد.

کمپلکس دهندگی با فسفات ها- در تشکیل کمپلکس، عامل کمپلکس دهنده با یون های فلزی در محلول واکنش می دهد تا تشکیل یون کمپلکس محلول در آب تشکیل دهد. ساختار شیمیایی کمپلکس ها با کلسیم شکل های زیادی به خود می گیرد. مثلاً با" پیرو" ساختار زیر را دارد:



واکنش رسوب دهی- در محلول شوینده پودری، تعداد بیشماری آنیون حضور دارند که با کلسیم موجود در آب می توانند نمک های نامحلول (رسوبات) تشکیل دهند. کمپلکس دهنده ها این ویژگی را دارند که احتمالاً این رسوبات را حل می کنند و سپس کمپلکس های محلول تشکیل می دهند. بنابر این ما در حضور واکنش های رقابتی میان کمپلکس دهنده و یون های رسوب دهنده برای کلسیم هستیم. در محلول شوینده، آنیون های رسوب دهنده از کربنات، آلکیل بنزن سولفونات ها و صابون ها (لائورات، اولئات، و استئارات) می آیند، در حالی که یون های کمپلکس دهنده از STPP ، pyro ، و EDTA حاصل می شوند. واکنش شیمیایی آنها به شرح ذیل است:

$$\text{Complexing agent} + Ca \leftrightharpoons \text{soluble complexes}$$

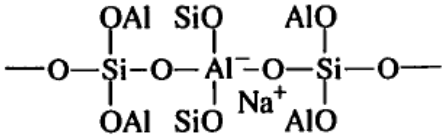
$$\text{Precipitating agent} + Ca \leftrightharpoons \text{insoluble precipitates}$$

در عمل، برای مقایسه کمپلکس دهندگی و رسوب کردن، به غلظت آزاد در هر واکنش توجه می کنیم. یعنی، اگر غلظت آزاد در واکنش کمپلکس از واکنش رسوب دهی کمتر است، رسوب حل خواهد شد و ما واکنش کمپلکس شدن خواهیم داشت.

مبادله گر های یونی

آلومینو سیلیکات ها (زئولیت ها)- در سال های اخیر استفاده از مبادله گر های یونی در تعدادی از محصولات شوینده (به ویژه آنها که برای لباسشویی به کار می روند) به دلایل زیست محیطی به طور چشمگیری افزایش یافته است. توانایی زئولیت برای مبادله یون های Na^+ در فرمولاسیون به اندازه یون ها و حالت هیدراسیون آنها، غلظت آنها، دما، pH، و زمان بستگی دارد. بنابراین، یون های کلسیم خیلی سریع و یون های منیزیم با سرعت کمتری مبادله می شوند (مبادله یون برای یون های Pb, Cu, Ag، Cd، Zn ، و Hg نیز وجود دارد). فرمول زئولیت مطابق زیر است :

$$Na_{12}(AlO_2)_{12}(SiO_2)_{12} \bullet 27\,H_2O$$



یون های Na^+ با یون های Ca^{2+} مبادله می شوند. اما مهم تر از فرمول شیمیایی آن، به این ترتیب، ساختار حفره مولکول و شکل و اندازه ذرات است. اندازه حفره ها و مورفولوژی بلورها بر سرعت مبادله اثر دارند، به عنوان مثال، حفره های کوچک سرعت مبادله کندتری تولید خواهند کرد. عیب اصلی مبادله گر های یونی این است که می توانند یون های کلسیم را در آب "تصفیه" می کنند، اما (برخلاف sequestrants) نمی توانند یون رسوب کرده بر روی لباس، چرک، و یا در بخش های خاصی از ماشین لباسشویی را "خارج" کنند.

۲-۴-۳ عوامل رسوب دهنده

کربنات سدیم به طور وسیعی در محصولات تمیز کننده، به ویژه در شوینده های لباسشویی به کار می رود زیرا که قلیائیت را با شستشو حفظ می کند، دارای خواص بافرکنندگی خوبی است، و هم چنین می تواند به عنوان یک نرم کننده آب در شرایط دشوار

(به عنوان مثال، کم تر از مقدار مصرفی یا در آب بسیارسخت) بارسوب دهی کربنات کلسیم عمل کند. کربنات سدیم، صرفاً یک «مکمل" مواد خام است و نمی تواند جایگزین دیگر عوامل نرم کننده آب شود.

۲-۴-۴ سازنده های همکار– تا کنون درمباحث خود از زئولیت ها، سیلیکات ها، سدیم کربنات ذکرکرده ایم که در اکثر موارد، و به دلایل تأثیر گذاری، استفاده از یک تک عامل نرم کننده آب (به جز در حضور سطوح بالایی از STPP)، برای مثال، از بین بردن سختی آب، قلیائیت ذخیره، خواص ضدزنگ، هزینه، خواص پخش کنندگی، ضد رسوب مجدد، و ضد پوسته نتایج رضایت بخشی نخواهد داد. امروزه"جفت کردن" عوامل نرم کننده آب با پلیمرها بسیار رایج است.

۲-۴-۵ عوامل قلیائیت- به طور اختصار عوامل قلیائیت عبارتند از: سدیم تری پلی فسفات (pH ۹/۳)، که خواص خوب بافر کنندگی، کمپلکس کنندگی، و ضد رسوب کنندگی مجدد بدست می دهد، سدیم پر بورات (pH ۱۰/۵)، یک عامل سفید کننده که عموماً با TAED تجزیه می شود، سدیم کربنات (pH>۱۰)، یک مکمل نرم شدن آب و پرکننده ارزان؛ سیلیکات ها (pH برابر با ۱۰ تا بالای ۱۳)، که یک عامل ضد زنگ، اما به جز در سطوح بسیار پایین نمی تواند با زئولیت ها جفت شود و نیز هرگز در لجن (خمیری که در برج با پاشش خشک می شود) به دلیل آن که به صورت نامحلول تشکیل می شوند؛ و بی کربنات سدیم، که بافری کردن را به ارمغان می آورد وقتی دیگر مواد خام برای انجام این عاملیت کافی نیستند.

۲-۴-۶ عوامل سفید کننده- عامل سفید کننده ماده ای است که رنگ را با واکنش شیمیایی حذف می کند. واکنش شیمیایی از نوع اکسیداسیون یا احیا است که به طور برگشت ناپذیر رنگ را تجزیه می کند. این فرایند بر تخریب یا تغییر در گروه رنگزایی که مسئول جذب نور مرئی (و لذا وقوع رنگ) است، و تجزیه ارگان های رنگی به ذرات کوچک تر و محلول تر دلالت دارد که پس از آن ساده تر حذف خواهند شود. عوامل سفید کننده در سه دسته به شرح زیر طبقه بندی می شوند: (۱) عوامل کاهنده (مثل، سولفیت و یا بی سولفیت ها)؛ (۲) ترکیبات کلر؛ و (۳) ترکیبات با قابلیت انتقال اکسیژن آزاد.

۲-۴-۷ کاتالیزورها

کاتالیزور ها، شبیه آنزیم ها، سیستم های بسیار کارا شناخته شده اند. افزودن مقادیر نسبتاً کم به طور چشم گیری سبب عوامل بهبود عوامل سفید کننده می شوند؛ برای فعال کننده هایی که در صنعت نسبت معمول آنها به عوامل سفید کننده ۱:۶ تا ۱:۳ است این مسئله صادق نمی باشد. کاتالیزورها خود به تنهایی استفاده نمی گردند. آنها بایستی در سیستمی ترکیب شوند که شامل ترکیب ایجاد کننده اکسیژن فعال (پربرات یا پربرات/TAED) هستند. کاتالیزور ها ترکیبی از کمپلکس میان یون فلزی و برخی لیگاند های نسبتاً پیچیده هستند. یون های معمول منگنز و آهن می باشند.

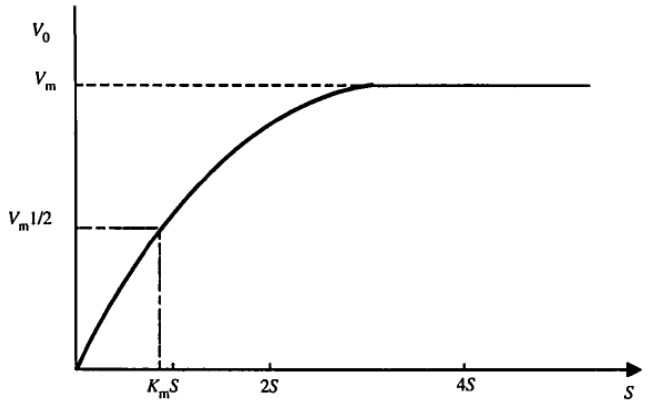
آنزیم ها

آنزیم ها، کاتالیزورهای حیاتی آلی قدرتمندی هستند که توسط سلول های موجودات زنده تولید می شوند. مبداء آنها از حیوانات (پانکراتین) و یا میکروبی (آمیلاز، پروتئاز) می باشد.

فاکتور های مؤثر بر واکنش های آنزیم- واکنش آنزیم به دو عنصر واکنش یعنی آنزیم و بستر بستگی دارد، و نیز به محیط فیزیکو شیمیایی که در آن واکنش رخ می دهد.

اثر غلظت آنزیم- سرعت واکنش متناسب با غلظت آنزیم ها، و میزان مطلوب بستر فراهم شده است. در حالتی که محتوای بستر بالا است، اشباع شدن آنزیم رخ می دهد، و سرعت به ماکزیمم می رود.

تمایل (افینیتی) میان آنزیم و بستر- تحت شرایط آزمایشگاهی که در آن بستر اضافی است، V_m به عنوان سرعت واکنشی است که متناظر با سرعت واکنش در حالت اشباع است. پس، هنگامی که سرعت واکنش برابر با نصف ماکزیمم است، ما غلظت متناظر بستر را K_m یا ثابت میشل می نامیم همانگونه که در شکل ۲-۸ توصیف شده است. متضاد این غلظت ، ثابت تمایل، $1/K_m$، نام دارد. تمایل آنزیم برای بسترش با کاهش K_m افزایش می یابد.



شکل ۲-۸) تغییر در سرعت واکنش به صورت تابعی از غلظت بستر.

فاکتور های مؤثر بر فعالیت آنزیم- فعالیت آنزیم تحت تأثیر تغییرات فیزیکی، شیمیایی و بیوشیمیایی است. چنین تغییراتی مطلوب (فعال کننده) یا نامطلوب (ممانعت کننده برگشت پذیر یا برگشت ناپذیر) می باشد. حضور یون های دو ظرفیتی (Mn, Zu, Ca) یا گروه های آلی (تیول ها) فاکتور مطلوب است، در حالی که در اسید های قوی یا حلال ها با دناتوره کردن آنزیم از واکنش به طور برگشت ناپذیر ممانعت می شود. دما و pH فاکتور هایی هستند که نقش غالب را در فعال سازی یا غیر فعال سازی آنزیم ها بازی می کنند. فعالیت آنزیمی به غلظت یون های H^+ بستگی دارد زیرا تشکیل کمپلکس به یونیزاسیون مرکز فعال و مرکز تثبیت آنزیم بستگی دارد. وابسته به آنزیم، pH بهینه در محدوده کم و بیش وسیعی، در سطوح متفاوت، اما عموماً نزدیک به خنثی است. لذا در مورد شوینده ها، تحقیقات مستقیماً به سوی توسعه آنزیم های پایدار و مؤثر در pH بالا جهت گیری شده اند. فعالیت آنزیمی به طور نزدیکی به دما مرتبط است که یک اثر انرژی زایی در دماهای صفر تا ۶۰ درجه سانتی گراد (تقریباً) دارد.

از دست دادن فعالیت آنزیمی- می دانیم که فعالیت آنزیمی در پودر شوینده در طی انبار داری کاهش می یابد و درجه از بین رفتن آن به خصوصیات پورد (درجه دانه بندی، اکسیدان های به کار رفته، عوامل قلیائیت) و شرایط انبار داری (دما، رطوبت نسبی، و زمان) بستگی دارد. سه نوع واکنش وجود دارد که منجر به از دست دادن فعالیت آنزیمی می شوند: ۱- آنها آنزیم را با تغییر ساختار فضایی خود از طریق شکستن پیوند های بین و داخل مولکولی، دناتوره می کنند، ۲- آنها که هضم خودبه خودی آنزیم را انجام می دهند و خود بستر می شوند، و ۳- آنها که آنزیم را غیر فعال می کنند.

آنزیم های اصلی

پروتئاز- این آنزیم لکه های با پایه پروتئین را مثل خون، تخم مرغ، شیر، علف (کلروفیل)، یا کراتین می شکند.

لیپاز- لیپاز روی لکه های چربی و روغنی کار می کند؛ آنها هیدرولیز تری گلیسیرید های نامحلول را از قبیل روغن سالاد یا مواد آرایشی سرعت می بخشند.

آمیلاز- آلفا- آمیلاز (آلفا-۱، ۴-گلوکانوهیدرولاز) پیوند های آلفا-۱،۴ پلیمر های با وزن مولکولی بالای نشاسته را می شکند، لذا ویسکوزیته نشاسته را کاهش می دهد.

سلولاز- این آنزیم میکروفیبریل های ظاهر شده بر روی کتان را بعد از شستشوی مجدد می شکند.

اکسیداز- این آنزیم ها اکسیداسیون بستر را توسط اکسیژن سرعت می بخشند تا مطابق با واکنش زیر پراکسید هیدروژن تولید کنند:

$$\text{Substrate} + O_2 \xrightarrow{\text{oxidase}} \text{Oxidized substrate} + H_2O_2$$

هیدرولاز- این آنزیم ها هیدروژن پر اکسید را به پر اسید ها تبدیل می کنند.

پر اکسیداز و لاکتاز- پر اکسیداز و لاکتاز آنزیم هایی هستند شبیه اکسیداز، که به ترتیب روی پراکسید هیدروژن و اکسیژن مولکولی عمل می کنند، اما بستر ها در این حالت رنگ دهنده ها هستند.

پکتیناز- این آنزیم روی لکه های میوه عمل می کنند، که حذف آنها مشکل ترین است. پیشرفت های بیشتری باقیمانده است ، به خصوص در زمینه کارآیی و هزینه، تا انجام شود.

جدول (۲-۱۱) مقادیر pH و دمایی را نشان می دهد که بسته به نوع آنزیم ساخته شده توسط شرکت Novo Nordisk به کار میروند.

جدول (۲-۱۱) مقادیر pH و دما به کار رفته بر حسب نوع آنزیم.

Enzyme	pH	Temperature (°C)
Proteases		
Alcalase®	7–9.5	10–65
Savinase®	9–10.5	10–65
Everlase®[a]	9–10.5	10–65
Esperase®	10–11.5	40–75
Amylase		
Termamyl®	8–11.5	10–90
Ban®	7–9.5	10–40
Lipase		
Lipolase®	7–11	5–45
Cellulase		
Celluzyme®	7–9.5	20–70
Carezyme®	7–10.5	20–55

[a]Everlase® is an enzyme similar to Savinase®, but more stable in powders containing bleaching agents.

۲-۴-۸ تقویت کننده های کف و عوامل ضد کف

ساختار کف

کف امولسیونی است از دو فاز امتزاج ناپذیر (آب و هوا) که شبیه امولیون روغن در آب عمل می کند. کف می تواند مفید باشد؛ مثلاً، وجودش دلیل بر کارایی محصول (در شستشوی دستی یا ماشین ظرفشویی) است، و می تواند احساسی "لذت بخش" در صابون یا شامپو انتقال کند. کف می تواند یک مشکل محسوب شود، به عنوان مثال، کف در رودخانه یا انباشته بودن ماشین لباسشویی یا ظرفشویی. توجه به این نکته مهم است که کارآیی محصول مستقیما به مقدار کف بستگی ندارد.

تقویت کننده های کف – یک فرمولاتور می تواند خواص کف کنندگیمحصول را مطابق با نیاز مصرف کننده تغییر دهد. برای انجام این امر، دو گزینه وجود دارد: انتخاب سورفکتنت های کف کننده یا غیر کف کننده و استفاده از افزودنی هایی که کف را تقویت می کنند. یک سورفکتنت یا ترکیبی از سورفکتنت هاسیستم کف ساز به وجود می آورد. هم چنین، یک افزودنی می تواند با یک سورفکتنت کم کف کننده مقدار زیادی کف ایجاد کند و بر عکس، یک سورفکتنت زیاد کف کننده می تواند با استفاده از کاهنده های کف به یک سیستم غیر کف کننده تغییر یابد.

انتخاب سورفکتنت- عموماً مقدار کف با غلظت سورفکتنت تا بالای CMC افزایش می یابد. بنابر این، به طور تئوری امکان پیش گویی میزان کف سورفکتنت بر پایه CMC وجود دارد. به طور تئوری، در واقع این مسئله پیچیده تراست زیرا ارتباطی میان پروفایل کف مولکول و پایداری کف آن وجود ندارد. با این وجود چند قاعده کلی وجود دارد:

۱- غیر یونی ها نسبت به یونی ها در محلول آبی کف کمتری می سازند. در واقع، با طبیعتش، غیر یونی سطح بیشتری به مولکول دارد؛ لذا برای جذب مولکول ها مشکل تر است تا برهم کنش های جانبی کافی برای ایجاد کشش سطحی ارتجاعی بزرگتر اعمال کنند. از سوی دیگر، آنیونی هالایه دوبل الکتریکی از طریق جذب در فصل مشترک ها ایجاد می کنند؛ این سبب دفع حباب های مجاور در لایه کف و لذا پایداری کف را افزایش دهند.

۲- برای برخی از گروه های سورفکتنت، CMC کمتر، یعنی خصوصیات کف کنندگی بزرگتر. لذا، همچنانکه طول زنجیر کربنی و نیز ظرفیت کف کنندگی افزایش می یابد حلالیت آلکیل سولفات (و بنابر اینCMC) کاهش می یابد. در هر حال، عکس این مطلب برای دسته ای از سورفکتنت های دارای زنجیر کربن شاخه دار یا وقتی که گروه آبدوست به سمت داخل زنجیره می رود، درست است؛ ما CMC را افزایش می دهیم و پروفایل کف را کمتر می سازیم.

۳- یون مخالف آنیونی ها بر پروفایل کف اثر می گذارند. می تواند به طور کامل از نیمه باردار منفی جدا شود یا احتمالاً نزدیک به آن باشد. این سبب تغییر مهمی در درجه حلال پوشی و نیز تعداد مولکول های حلال تجمع یافته می شود. بر طبق نظریه Kondo و همکاران، پایداری کف پایداری کف دودسیل سولفات بسته به نوع یون مخالف به ترتیب زیر افزایش می یابد: با توجه به این که یون آمونیوم به طور کامل جدا است، در حالی که تترا متیل آمونیوم به شدت پیوند می شوند.

$$NH_4^+ > (CH_3)_4N^+ > (C_2H_5)_4N^+ > (C_4H_9)_4N^+$$

استفاده از افزودنی ها می تواند بر پایداری کف با تغییر دادن هر یک از فاکتور های بحث شده قبلی، از جمله ویسکوزیته فاز مایع، لایه بین فازی فیلم لایه دار، یا دافعه الکترو استاتیکی و فضایی اثر بگذارد.

ضد کف ها- ضد کف ها عواملی هستند که کف یک محصول را کاهش می دهند یا حذف می کنند. آنها یا از تشکیل کف جلوگیری می کنند یا به تخریب آن شتاب می بخشند.

پرکننده ها- اجزایی در شوینده هستند که فعال نمی باشند. در پودر های مرسوم، بعضی اجزادر اجرای شستشو نقشی ندارند. در هر حال، برخی از این ترکیبات برای فرآیند ساخت ضروری هستند از قبیل آب (مقدار ناکافی برای هیدراته شدن نمک ها، بویژه در فرمول های فسفات)، و تولوئن سولفونات (جهت کاهش ویسکوزیته لجن).

فصل ۳

پودر های شوینده، شمش ها، خمیر ها، و قرص ها

۳-۱ شوینده های پودری

پودر های مرسوم- پودر های "مرسوم"یا "کلاسیک" یا "سنتی" بیشتر از ۶۰٪ تولید جهانی را در بر می گیرند، اما استفاده از آن تا حد زیادی در هرکشور متفاوت است. مشخصه اصلی پودر معمولی سطح بالای مواد ثانویه آنها است. این امر در فرآیند تولید یا عمل، به عنوان پرکننده کمک می کند و اثرکمی بر عملکرد محصول می گذارد.

فرمولاسیون های کف کننده های سنتی- این نوع محصول برای شستشوی دستی و ماشینی، برای شستن دست ها به کار می رود.کف در این جا، مهم است چرا که نشانی از اثر بخشی برای کاربر است. زمانی که هیچ کفی مشاهده نمی شود، محلول دیگر فعال نیست (چرک و یا کلسیم بیش از حد) و باید تغییر داده شود. هم چنین، فرمولاسیون های کف در ماشین های لباسشویی مقاوم به کف (به عنوان مثال، در امریکای شمالی یا جنوب شرقی آسیا) به کار می رود.

سورفکتنت های مورد استفاده غالبا آنیونی هستند از جمله آلکیل بنزن سولفونات (ABS) به ویژه در کشور های در حال توسعه، و آلکیل بنزن سولفونات های خطی (LAS) در دیگر کشورها. انواع محلی نیزوجود دارند، مانند سولفات الکل نوع اول (PAS) در فیلیپین، که در آن نشان دهنده یک جایگزین برای مواد خام وارد شده است. غیر یونی ها گاهی اوقات در نقش یک مکمل اضافه می شوند اما در سطح یک پنجم / یک چهارم آنیونی ها.

میزان سازنده ها و سازنده های همکار به تعداد فاکتور ها، بویژه سختی آب و نوع چرک (مثل pH یا ضد رسوب مجدد)، و نیز هزینه بستگی دارد. به طور کلی، سدیم تری پلی فسفات (STPP)، سدیم سیلیکات، یا سدیم کربنات استفاده می شوند. اجزای دوم (یعنی سولفات سدیم یا کلسیت) فرمولاسیون را کامل کرده و به رسیدن به چگالی محصول مورد نیاز در کمترین هزینه کمک می کنند. مواد تشکیل دهنده دیگر، از جمله عوامل سفید کننده فلورسنت (FWAs)، آنزیم ها، و یا "درخشان کننده های نوری،" منافع دیگر شویندگی را (برای مثال، "درخشندگی" از شستشو و یا حذف لکه خاص) به همراه می آورند. جدول ۳-۱ ارائه مثالی از فرمول شوینده دستی را نشان می دهد. چنین پودر هایی شامل سیستم های سفید کننده مانند پربورات و یا پربورات / تترا استیل اتیلن دی آمین، (TAED) نمی شود. در حالی که دارای درخشان کننده نوری هستند. جدول ۳-۲ مثالی از فرمول شوینده ماشینی است.

جدول ۳-۱) نمونه ای از فرمولاسیون شستشوی دستی.

Ingredient	(%)
Anionics: ABS or LAS	15–30
Nonionics	0–3
STPP	3–20
Na silicate	5–10
Na carbonate	5–10
Na sulfate	20–50
Ca carbonate	0–15
Bentonite clay/calcite	0–15
Enzymes, FWAs, SCMC, perfume	+
Water	Balance

جدول ۳-۲) مثالی از فرمول شوینده ماشینی.

Ingredient	Phosphate formula (%)	Zero-phosphate formula (%)
Anionics	10–20	10–20
Nonionics	0–5	0–5
Soap	0–1.5	0–2
STPP	15–30	—
Zeolites[b]	—	15–35
Na silicate	5–15	2–5
Na carbonate	5–15	5–20
Na sulfate	5–15	5–30
Na perborate (mono- or tetrahydrate)	0–15	0–15
TAED or SNOBS	0–4	0–4
Polymers	0–2	0–5
Enzymes, FWAs	+	+
Perfume	+	+
Water	Balance	Balance

فرمولاسیون های غیر کف کننده سنتی

شوینده های غیر کف کننده برای استفاده در ماشین های لباسشویی نوع اروپایی فرموله می شوند و شامل اجزای نشان داده در جدول ۳-۳ هستند. محصولات با سطوح مختلف اجزا متمایز می شوند، که در به کارگیری محصولات ارزان تر یا طلایی، و در حضور عوامل ضد کف متفاوتند.

جدول ۳-۳) مثالی از فرمولاسیون مبتنی بر فسفات.

Ingredient	Premium (%)	Cheap (%)
LAS	5–10	5–7
PAS	0–5	0–2
Nonionics (AE 5–9 EO)	3–7	2–5
Soap	0–3	0–2
STPP	20–25	15–25
Na silicate	4–8	4–8
Na carbonate	5–10	5–10
Na sulfate	15–25	15–35
SCMC	+	+
Polymer	0–2	—
Complexant (phosphonate)	–/+	
Enzymes		
Protease	+	+
Amylase	–/+	—
Lipase	–/+	—
Cellulase	–/+	—
Antifoam	–/+	–/+
Perborate ($4H_2O$)	15–25	10–20
TAED	2–5	0–2
FWAs	++	+
Perfume	++	+

فرمولاسیون های بدون فسفات- در فرمولاسیون فسفات- صفر، درصد زئولیت ها از ۲ تا ۳۰٪ تغییر می کند، محتوای پلیمر بالا می رود (تا بیشتر از ۵٪ در فرمولاسیون های طلایی)، و سطوح سیلیکات و فسفات پایین می آیند.

شوینده های همراه با نرم کننده- در بخش های بعدی خواهیم دید که چگونه فرمولاتور ها مشکل سختی آب را برای شستشو حل کرده اند.

۳-۱-۱ پودر برای شستشوی ظریف و رنگ ها

بیشتر کشورهای توسعه یافته تلاش کرده اند تا محصولات خود را به نیازهای مصرف کننده انطباق دهند. به طور کلی، پودر معمولی برای "همه شوینده ها" است، به این معنی که آن را برای شستشوی لباس های بسیار کثیف در دمای بالا و با عملکرد مکانیکی قوی، و نیز برای موارد ظریف و رنگی، که نیاز به مراقبت و توجه خیلی بیشتر دارند، با هم زدن ملایم و دمای پایین به کار برند.

عناصر تکنیکی

عناصر تکنیکی متفاوتی بایستی در فرمولاسیون یک محصول برای شستشو ظریف در نظر گرفته شوند که در اینجا به آنها اشاره می کنیم.

pH- اگر رنگ ها به اندازه کافی روی لباس ثابت نباشند، در pH بالا می تواند آنها را حین شستن تحت شرایط (قلیائیت هیدرولیز پیوند ها را بین رنگ دهنده و الیاف مطلوب می سازد) معین رها سازد. pH ۹/۵ با افزودن

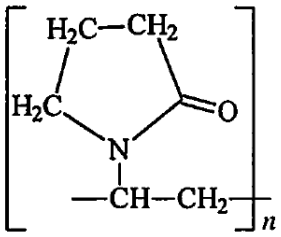
اسید LAS به دوغاب یا، به طور ساده تر، با افزودن بیش از اندازه بی کربنات و یا اسید سیتریک دست یافتنی است.

حذف عوامل سفید کننده فلورسنتی (FWAs)- هنگامی که FWAs روی کتان جذب می شوند، نور فرابنفش (UV) را جذب می کنند و به فرم نور مئی آبی بازپخش می کنند. این رنگ آبی بعد از چند بار شستشو اثر قابل توجهی بررنگ ها (به خصوص سایه ها) دارد.

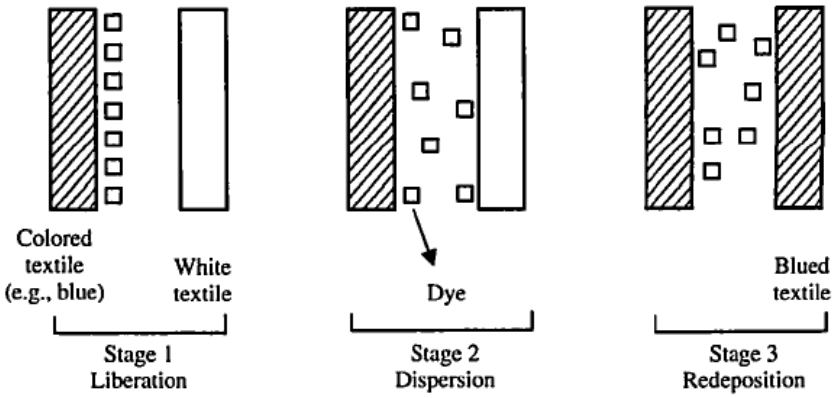
حذف عوامل درخشان کننده- عوامل اکسید کننده به طور مستقیم در بسیاری از رنگ های عمل می کنند با این نتیجه که رنگ با گذشت زمان از بین می رود، یا لکه های سفید به جا بگذارد اگر، به عنوان مثال، پودر ضعیف عمل کند.

پلیمر های ضد رسوب مجدد و آزاد سازی چرک- به طور کلی، پلیمرهای ضد رسوب مجدد هم برای اثر تمیز کنندگی اشان و هم برای اثر کاهش بی رنگ شدن با اهمیت هستند. به طور کلی، این هموپلیمرهای اسید آکریلیک یا کوپلیمر های اسید مالئیک آکریلیک هستند. پلیمر ها برای رها سازی چرک نیز به کار می روند. با جذب بر روی پلی استر ها (و پلی استر کتان) سطح این پارچه ها را تغییر داده و لذا آبگریزی آنها را کاهش می دهند. از این رو، حذف چرک های روغنی معین (مثل ماتیک، گریم، روغن های خوراکی، یا ضد آفتاب ها) آسانتر می شود. این پلیمر ها، همان طور که در بالا ذکر شد، عموماً اتر های سلولز یا مشتقات مبتنی بر ترفتالات هستند.

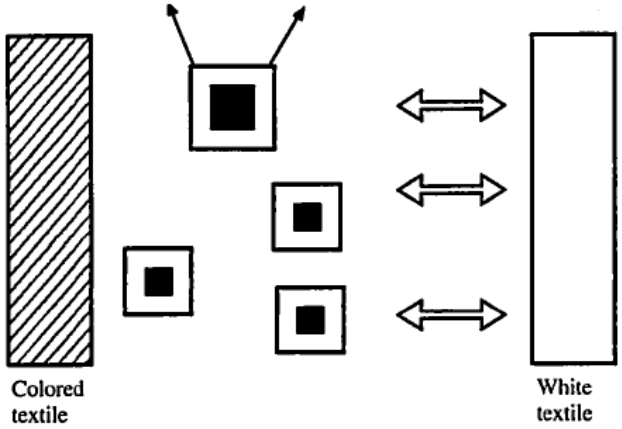
ممانعت کننده های انتقال رنگ- بهترین این مواد پلی وینیل پیرولیدین (PVP) شناخته شده است؛ در آب محلول است و در جلوگیری انتقال رنگ از یک ماده به دیگری (یا از یک قسمت از ماده به قسمت دیگر، اگر رنگ متفاوت باشد) مؤثر است. این ماده با کمپلکس کردن رنگ حل شده در محلول شستشو و ممانعت از جذب آنها بر روی لباس عمل می کند، همان طور که در شکل های ۳-۱ (بدون PVP) و شکل های ۳-۲ (با PVP ، و لذا ممانعت انتقال رنگ) شرح داده شده است. PVP در فرمولاسیون های غیر یونی، و بر روی آنیونی ، اسید، یا رنگ های اصلی بهتر عمل می کند. ساختار بر اساس الگوی زیر می باشد.



پلی وینیل پیرولیدین



شکل ۳-۱) انتقال رنگ طی فرآیند شستشو.



شکل ۳-۲) ممانعت از انتقال رنگ با PVP.

سیستم *آنزیم*- برای فرمولاسیون های و شستشوی رنگ، ترجیح به استفاده از کوکتل پروتئاز، لیپاز و آمیلاز است، که محدوده وسیعی از چرک ها را پوشش می دهند، مشخص شده که پاک کنندگی در pH پایین تر کاهش خواهد یافت.

مزایای اضافی سلولاز عبارتند از این که نرم کنندگی به همراه دارند و با ممانعت از سفید شدن ناشی از رسوب مجدد چرک های ذره ای بر الیاف کتانی به ماندگاری رنگ کمک می کنند.

دیگر اجزا- در نواحی که آب به طور سنگینی کلرینه شده است، آلومینیم سولفات اضافه می شود تا از هجوم کلرین به رنگ ها جلوگیری شود. جدول ۳-۴ و ۳- ۵ نمونه هایی از فرمولاسیون پودر شستشوی ظریف با و بدن فسفات را نشان می دهند.

جدول ۳-۴) فرمولاسیون فسفات برای پودر های مرسوم برای شستشوی ظریف.

Ingredient	(%)	
LAS	6–14	
Soap	0–4	
Nonionics (C_{13}–C_{15} 7 EO)	3–6	
STPP	25–30	
Na sulfate	35–40	
Acrylic/maleic copolymer	0–2	
Na silicate	4–8	
SCMC	0–0.05	
PVP	0–0.5	
Enzymes		
Protease	+	Depending on
Amylase	–/+	formulation
Lipase	–/+	cost
Cellulase	+	
Citric acid/bicarbonate	–/+	
Antifoam	–/+	
Perfume	+	
Water	Balance	

جدول ۳-۵) فرمولاسیون بدون فسفات برای پودر مرسوم برای شستشوی ظریف.

Ingredient	(%)
Na ABS	8–20
Soap	0–3
Nonionics (C_{13}–C_{15} 7 EO)	4–8
Zeolite	25–40
Na carbonate	7–15
Na silicate	0.5–3
Na sulfate	10–30
PVP	0–0.5
SCMC	0–0.5
Acrylic/maleic copolymer	4–5
Citric acid/Na bicarbonate	–/+
Enzymes	
Protease	+
Amylase	–/+
Lipase	–/+
Cellulase	+
Antifoam	–/+
Perfume	+
Water	Balance

۳-۱-۲ پودر های متراکم

برای سال های متمادی، پودر های سنتی تنها مورد در بازار بودند. چگالی آنها به کندی افزایش می یافت اما پایدار بود. در هر حال این پودر های به طور واقعی به عنوان پودر های متراکم توصیف نمی شوند. محصولات متراکم شده تاکنون در بازار ژاپن و نیز اروپا بوده اند جایی که انها را منزل به منزل به فروش می رساندند.

مزایا

برای مصرف کننده- پودر های متراکم به سهولت حمل ونقل، ذخیره و استفاده می شوند. به عنوان یک نتیجه ی یک فرآیند تولید جدید، آنها انقلابی را در فن آوری جدید شستشو با تمام مزایای استفاده از پودر دمیده شده و بدون معایب پودر مخلوط خشک تشکیل می دهند.

برای تجارت- پودرهای متراکم نیاز به فضای کمتر برای انبارداری و نمایش دارند، و آنها محدوده های خوبی پیشنهاد می کنند.

برای تولید کننده- مزایا برای تولید کننده عبارتند از: یک محصول واقعا نوآورانه برای اولین بار در بازارهستند؛ داشتن محدوده خوب مربوط به بسته بندی کوچکتر، هزینه پایین تر توزیع و فرمولاسیون (بدون سولفات)؛ و ارائه یک گام مثبت رو به جلو برای محیط زیست. جدول ۳-۶ ، نیز مثالی از پودر متراکم شده برای مواد رنگی را ارائه می دهد.

جدول ۳-۶) فرمولاسیون پودر متراکم شده برای مواد رنگ

Ingredient	(%)
LAS	10–15
Nonionics (C_{13}–C_{15} 7 EO)	5–15
Soap	0–3
Zeolite	30–40
Copolymer	4–6
Na citrate	15–20
Na carbonate	4–15
Na silicate	1–3
Na sulfate	1–5
SCMC	0.5–1
EDTMP	0–2.5
PVP	1–2
Enzymes	
Protease	+
Amylase	+
Lipase	+
Cellulase	+
Antifoam	+
Perfume	+
Water	Balance

اصول فرمولاسیون

برای فرمولاسیون یک محصول متراکم، فرمولاتور بایستی مراحل زیر را اجرا کند: ۱-حذف کلیه اجزایی در اجرا سهیم نیستند، مثل پرکننده ها؛ ۲- به حداقل رساندن مقدار آب در محصول، مثلاً پربرات منوهیدرات به

تتراهیدرات ارجحیت دارد؛ ۳- استفاده از متراکم ترین مواد خام دسترس پذیر که دانه بندی آن ها همه نواحی خالی و داخلی ذرات توخالی را پر خواهند کرد.

دو فاکتور اساسی زیر برای تولید پودر متراکم بایستی در نظر گرفته شوند:۱- افزایش اجزای فعال یا کاهش پرکننده (سولفات) و آب، ۲- افزایش چگالی. مشکل اصلی افزایش سطوح سورفکتنت است. مقال زیر را برای یک پودر متراکم با فسفات در نظر بگیریید. سورفکتنت ها در محلول شستشو همان غلظتی را داشته باشند که در پودر مرسوم دارند. در فرانسه، مثال زیر را داریم:

۱۶گرم سورفکتنت = ۱۰٪ × ۰/۵۵ × ۲۹۰ mL = سورفکتنت Y% × d × V (مقدار مصرفی)

که V حجم متوسط مورد استفاده توسط مصرف کننده (۲۹۰ میلی لیتر)، چگالی متوسط (۰/۵۵)، و متوسط سطح سورفکتنت پودر مرسوم (۱۰٪) است. برای پودر دو برابر حجم متراکم، نیاز به شرح زیر است:

۱۶ گرم = X× Y × ۱۴۵

که X چگالی و Y درصد سورفکتنت است. تجربه نشان می دهد که چگالی پودر دمیده شده حدود ۰/۶۵ است. لذا، درصد سورفکتنت از زیر پیروی می کند:

Y = ۱۶ g /۱۴۵ × ۰/۶۵ = ٪۱۷

در واقع، ایجاد یک پودر دمیده شده با ۱۷٪ سورفکتنت بدون استفاده از فرآیند های خاص آسان نیست.

۳-۲ شمش ها و خمیر ها

نکات کلی- در ۱۹۹۶، شمش ها و خمیر ها در سراسر جهان تا $۱/۷ \times ۱۰^{۶}$ تن برآورد شده اند. غالباً این ها در کشور های در حال توسعه و برای شستن دست استفاده می شوند.

فرمولاسیون و فناوری ها

جایی که آب خیلی نرم است یا محلول های شستشو قابل استفاده مجدد است، میزان زیادی سازنده نیاز نیست؛ در حالی که ، pH اولیه آنقدر بالا باشد که کاهش در pH حمام شستشو را به حداقل برساند، که به غیر فعال سازی STPP و رسوب آنیونی ها منجر می شود. سیلیکات به حفظ pH در سطح صحیح کمک می کند و به محصول ساختار می دهد. دو نوع شمش وجود دارند، یک صابون های سخت هستند و دیگری شوینده های سنتزی (syndets). جدول ۳-۷ این دو نوع را مقایسه کرده است.

جدول ۳-۷) مقایسه میان صابون سخت و شوینده سنتزی.

	Characteristics	Raw materials	Advantages	Disadvantages
Hard soaps	Contain a lot of water	Soap Some additives (silicate, clay to reduce cost)	Good performance Softness Low price	Performance and foam level dependent on water hardness
Syndets in bar		Surfactants Builders Additives and secondary ingredients to reduce cost	Better performance Less sensitive to water hardness	More costly than hard soap

۳-۳ قرص های شوینده

به طور کلی، قرص های شوینده با به کار گیری پودر های دمیده شده ساخته می شوند. مسئله عمده تولید قرصی است که در بسته بندی مقاوم، ذخیره سازی، و حمل و نقل قوی باشد، در حالی که هم چنان در تماس با آب به راحتی حل شود.

پلیمرهای خاصی توسط شرکت Norsohaas به منظور بهبود عملکرد قرص از نظر سختی و حلالیت توسعه یافته اند.

فصل ۴

شوینده های مایع

۴-۱ شوینده های مایع مرسوم

در دنیای شوینده های خانگی، مصرف کننده ها دنبال محصولات مؤثر و به روز می گردند. به این علت، پودر های ظرفشویی از قبیل در فرانسه سال ها پیش توسط مایعات ظرفشویی، به دلیل سادگی حل شدن در آب و سهولت استفاده از آنها، جایگزین شده اند.

اصول فرمولاسیون

به طور ایده آل، یک مایع بایستی شامل اجزایی از پودر مرسوم باشد تا اجرای معادل با آن را بدهد. متأسفانه، در واقع این امر مشکل است، و فرمولاتور بایستی بر دو مسئله اصلی فایق آید که یکی ضرورت نرم کردن آب برای دستیابی به شویندگی خوب و سهولت حل شدن بیشتر در آب است و دیگری عدم پایداری عوامل سفید کننده در فرمولاسیون های مایع می باشد.

نرم کردن آب- فرمولاتور سه گزینه زیر را دارد: ۱) سازنده محلول از نوع سیترات، که خیلی مفید نیست زیرا پدیده "salting out"، یا جدایی فاز آلی در حضور الکترولیت رخ می دهد؛ ۲) صابون، که برای توزیع و حل کردن صابون های کلسیمی که در آب سخت تشکیل می شوند، نیاز به مقادیر زیاد سورفکتنت دارد، ۳) سازنده های مرسوم، مانند سدیم تری پلی فسفات (STPP) و زئولین ها. تنها مشکلی که در مورد آخر وجود دارد این است که این مواد جامد هستند، که بایستی به صورت سوسپانسیون در آب ریخته شوند.

انتخاب سورفکتنت- در قلب فرمولاسیون، انتخاب سورفکتنت واقع می شود بویژه، مثل صابون یا اسید های چرب، و البته دیگر سورفکتنت های غیر یونی و آنیونی، و هیدروتروپ هایی که به فرمول پایداری می دهند.

انتخاب هیدروتروپ- همین که سطح سورفکتنت مشخص شود، نیاز به یافتن هیدروتروپ داریم. که بایستی تحت هر شرایطی از نگهداری یا انبار پایدار بمانند. اجزایی که به تنهایی یا در ترکیب استفاده شده اند شامل پروپیلن گلیکول، اتانول، و تری اتانول آمین می شوند.

آنزیم- انتخاب آنزیم همانند پودر ها است. آنزیم با ، مثلاً، عمل اتصالی نمک های بوریک با دی یا تری اُل (گلیسرول) و یک آلکانول آمید مثل تری اتانول آمین پایدار خواهد شد.

نمک سدیم-اتیلن دی آمین تترامتیلن فسفونات (EDTMP)- این نوع از اجزا برای افزایش کارایی محصول بر لکه هایی مثل چای، قهوه، شراب یا میوه استفاده می گردد و برای جبران عدم حضور عوامل سفید کننده کلاسیک، زیرا غیر ممکن است که تترا استیلن دی آمین (TAED)/ پر بورات در فرمولاسیون حاوی آب شرکت داده شود.

عوامل سفید کننده فلورسنت (***WAS***)- تجربه به فرمولاتور در انتخاب صحیح **FWAs** برای دمای شستشو کمک می کند.

ضد کف/ کاهنده های کف- در فرمولاسیون های مبتنی بر ایزوتروپیک، تنها مقادیر کمی ضد کف لازم است زیرا رسوب اولئات کلسیم در محلول شستشو همواره به میزان چشمگیری کف را کاهش می دهد. ضد کف های سیلیکونی به خواباندن کف در آب نرم و نیز جلوگیری از هوادهی بیش از حد محصول در طول ساخت کمک می کنند.

دیگر اجزا- اجزای دیگر شاملمات کننده ها، که به دلایل تجاری به کار می روند تا ظاهری مات به محصول بدهند، و عطر ها و رنگ ها هستند.

جدول ۴-۱) فرمولاسیون مایعات نیوتنی تک فاز با ویسکوزیته پایین.

Ingredient	A (%)	B (%)
Triethanolamine LAS	15	30
Ethoxylated fatty alcohol (7 EO)	30	15
Stearic acid	15	15
Citric acid	0.2	0.2
Diethylenetriamine pentamethylene phosphonic acid	0.3	0.3
Protease	0.05	0.05
FWA	0.25	0.25
Silicone emulsion (e.g., DB 100, Dow Corning)	0.2	0.2
Ethanol	10	10
1,2-Propanediol	5	5
Triethanolamine	to adjust the pH to 7	
Water	Balance	Balance

۴-۲ مایعات متراکم

به عنوان بخشی از روند به سوی غلظت های بالاتر به دلایل عملی و محیط زیست

(شیمیایی کمتر و تخلیه بسته بندی کوچکتر و انرژی مصرفی کمتر)، مایعات ایزوتروپ، و هم چنین مایعات ساختاری، را در سال های اخیر در ظاهری فشرده تر دیده اند. این کاهش مقدار مصرفی به نصف، به ایجاد یک مایع ایزوتروپ متراکم تر با افزایش مقدار ماده سازنده و ماده فعال کننده امکان پذیر نیست. یک فرمول خوب با انجام موارد زیر بدست می آید: ۱- استفاده از پلیمر های ضد انعقاد، ۲- انتخاب صحیح سورفکتنت (آلکان سولفونات های نوع دوم، غیر یونی ها، آمفوتری ها)، ۳- کاهش چشمگیر مقدار صابون، لذا هیدروتروپ کم می شود در حالی که غلظت بیشتر می گردد، و ۴- تغییر سیستم سازنده (صابون/ سازنده مایع).

جدول ۴-۲) فرمولاسیون شوینده مایع برای استفاده ماشین.

Ingredient	(%)
Alkylbenzenesulfonate	6
Soap	2.4
Nonionics	3.5
Toluenesulfonate	1
SCMC	0.1
Sodium tripolyphosphate	25
FWAs	0.1
Enzymes (protease)	9 GU/mg
Pentaborate	2
Glycerol	5
Perfume	0.5
Water	Balance
Density	1.3–1.4 kg/L
Viscosity	250–400 mPa · s (21 s^{-1})

۴-۳ مایعات غیر آبی

مسئله اصلی با شوینده های مایع عدم عوامل سفید کننده است. این بدان معنی است که نتایج به دست آمده به خوبی پودرها نیست، به ویژه در لکه هایی مانند شراب، چای، یا قهوه. برای حل این مشکل، شاسه هایی را در معرض فروش قرار داده شده است که حاوی TAED و پربورات است تا به بار شستشو علاوه بر شوینده مایع اضافه شود. شاسه ها یا از محلول پلی وینیل استات (PVA)، ساخته می شوند که در طول فرایند شستشو حل می شوند، و یا از پارچه نبافته هستند که در پایان شستشو بازیابی می شوند.

جدول ۴-۳) نمونه ای از فرمولاسیون مایعات کامل.

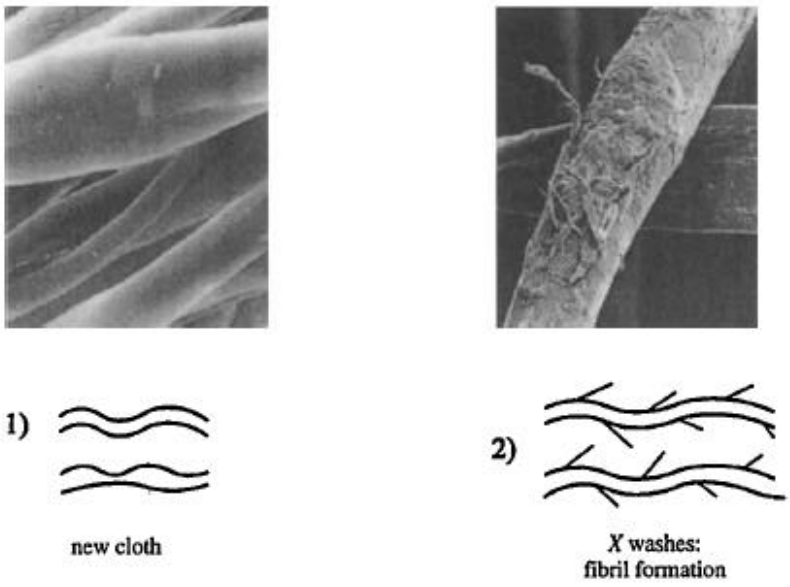
Ingredient	A (%)	B (%)
Nonionics	27.5	30.0
Glyceryl triacetate	12.5	13.0
Acid LAS	4.0	4.0
Soap	2.0	—
Silica (aerosol)	0.3	0.3
Na carbonate	27.5	18.0
Na bicarbonate	—	12.4
Na disilicate	3.5	—
Perborate monohydrate	11.0	10.5
TAED	4.0	3.0
Copolymers (CP5 type)	4.0	4.0
Minor ingredients	Balance	Balance

فصل ۵

نرم کننده های نسوج

۵-۱ تئوری زبری

اگر چه هدف اصلی شستن لباس و حذف چرک است، حفظ خوشایندی لباس برای پوشیدن طی مدت زمان طولانی ضروری است. مشکل عمده این است که پارچه را پس از شستشو زبر می سازد- چه چیزی می تواند بدتر از یک حوله حمام که احساس می کند به سفتی یک تخته است به جای این که به نرمی یک پر باشد؟ مشاهدات میکروسکوپ الکترونی رشته های دنباله ای و یا رگه ها را، همانطور که در شکل ۵.۱ نشان داده شده، در الیاف پنبه نشان داد.



شکل ۵-۱) تشکیل رگه های کتان بعد از چندین مرتبه شستشو.

رگه ها با زوال تدریجی الیاف نساجی پس از چندین بار شستشو ایجاد می شوند. آنها باعث چهار مشکل عمده می گردند: ۱- رگه ها سبب زبری می شوند، ۲- رگه ها نقطه مورد علاقه برای نمک آب سخت (رسوبات) و چرک ذره ای است تا رسوب کنند، و باعث سفید شدن می گردد. ۳- رگه ها نفوذ مواد شوینده و فعالیت آنزیم لیپاز را کاهش می دهد، در نتیجه عملکرد شستشو پایین می آید. ۴- برای پارچه رنگی، سفید شدن ناشی از رگه ها پراکندگی نور سطح را تغییر می دهد، و مواد کدر (گرفته یا ستبر) به نظر می رسند.

عوامل مؤثر بر زبری عبارتند از: ماشین، سختی آب، شوینده، الکتریسیته ساکن، خشک کردن با حرکت آهسته (باد)، و خشک کردن غلتان . مهم ترین فاکتور درام ماشین لباسشویی است به دلیل اثر نسبتاً خشن عمل مکانیکی آن بر روی لباس. در نهایت، باید توجه شود که نرمی شستشو هم به نسبت مقدار لباس به حجم درام بستگی دارد. پر کردن یک ماشین به طور کامل به نرمی مطلوب منجر نخواهد شد.

۵-۲ حل مشکل

با حقایق گفته شده، محصولات توسعه داده شدند تا گسترش زبری را محدود کنند، که در ابتدا آنها را نرم کننده های پارچه نام نهادند. شوینده ها، نرم کننده های ضروری نبودند زیرا که محصولات شستشو در گذشت زمان مبتنی بر صابون بودند؛ همان طور که تا کنون دیده شده است، نمک های موجود در آب سخت با صابون واکنش داده و صابون های کلسیمی تشکیل می دهد، که اثرات روان کنندگی زبری پارچه را لغو می سازد. عوامل نرم کننده با همان ایده اولیه توسعه داده شد تا الیاف را نرم سازند.

۵-۳ نرم کننده های سنتی

در فرمولاسیون های رقیق، سطح فعالیت یا با یک فعال کننده و یا مخلوطی از فعال کننده ها عادی است (تقریباً ۷٪). جدول ۵-۱ فرمولاسیون نرم کننده های سنتی رقیق را ارائه می دهد.

جدول ۵-۲ فرمولاسیون نرم کننده های سنتی رقیق.

Ingredient	A (%)	B (%)	C (%)	D (%)
DSDMAC	2–3.5	3–4	4–6	4–6.5
Imidazoline	4–5.5	0.5–30	—	—
Diethanolamide	—	—	0.5–1	—
Stearic acid	—	0.3–0.8	—	1–2
Silicone	0.1–0.3	0.1–0.3	0.02–0.05	—
Glycerol ester	—	0.5–1.5	—	—
Polyethylene glycol	1–2	—	—	—
Perfume, color, water	Balance	Balance	Balance	Balance

فصل ۶

محصولات ظرفشویی دستی و ماشینی

۶-۱ کلیات: سطوح سخت

احتمالا بحث در مورد تمیز کردن سطوح غیر از پارچه یا پوست، تنها به دلیل تنوع در میان این سطوح، مشکل تر است. تولید کنندگان تمایل این ها را "سطوح سخت» نام ببرند تا از نرمی پوست یا لباس تمایز قائل شوند.
محصولات ظرفشویی تنها بخشی از این دسته از شوینده ها هستند که برای استفاده بر روی سطوح سخت در نظر گرفته شده اند. این گروه هم چنین شامل محصولاتی برای اتاق های خاص در خانه مانند حمام (شامل وان، دستشویی، شیر آب، دوش، کاشی دیوار)، آشپزخانه (سطوح مودم، فولاد ضد زنگ، ظرفشویی های چینی و پلاستیکی)، توالت، پنجره، و کلیه انواع کف پوش می باشند.

۶-۲ سطوح سخت و چرک گرفتن

۶-۲-۱ ظرفشویی دستی

سطوح سخت- سطوح سختی که با دست شسته می شوند عبارتند از همه مواد خانگی مورد استفاده در آشپزخانه، یعنی، بشقاب، نقره، گلدان، عینک، و غیره. این مواد متفاوت از یکدیگر هستند و بسته به کیفیت آنها به توجه بیشتر یا کمتر نیاز خواهند داشت. برای مثال، لیوان های کریستال، با دقت بیشتری از لیوان های معمولی شسته شوند، و همین مسئله برای ظروف چینی و نقره ای نیز درست است. یکی از تفاوت های اصلی بین ظرفشویی دستی و ماشینی این است که دستگاه بین انواع مختلف مواد تفاوتی نمی گذارد و همه چیز را به یک روش می شوید. جدول ۶-۱ برخی از سطوح اصلی در ظرفشویی دستی را نشان می دهد.

جدول ۶-۱ برخی از سطوح اصلی در ظرفشویی دستی

Glass	Ordinary glass or crystal Glass can be painted or unpainted
Porcelain	Painted under, on, or in the enamel, or hand-painted
Earthenware/ceramics	Generally painted under the enamel
Silver	Solid silver (7–8% copper), or silver plate
Stainless steel	Knives, forks, spoons
Aluminum	
Copper	
Plastics	Polycarbonate, polypropylene
Wood	

۶-۲-۲ ظرفشویی ماشینی

ظروف- انواع سطوحی که بایستی با ماشین شسته شود عموماً همانی هستند که در ظرفشویی دستی نامبرده شد، البته با کمی استثناء، مثل موادی که در pH و دمای بالای ماشین شستشو صدمه می بینند از قبیل فلزات حساس (مس یا آلومینیم)، پلاستیک ها (که نابود یا بی رنگ می شوند)، مواد چوبی، یا چینی های نقاشی شده با دست.

چرک- در این جا هم، انواع چرک مشابه با موارد بحث شده در ظرفشویی دستی است، اما مصرف کننده ها مایل به مراقبت بیشتری هستند. برای مثال، ممکن است ظروف را قبل از قرار دادن در ماشین (با کاغذ حوله و یا شستشو) به طورسطحی تمیز کنند و به طور کلی مواد غذایی باقی مانده خشک را برای مدت طولانی رها نکنند. همچنین، آنها ممکن است همچنین اشیاء بسیار کثیف را درماشین قرار ندهند.

۶-۳ محصولات ظرفشویی دستی

بازار ظرفشوی دستی در کشور های پیشرفته و در حال توسعه بسیار متفاوت است؛ حتی در کشور های توسع یافته، که ماشین به تدریج حاکم می شود، کالا های سنتی ظرفشویی دستی بسیار مهم هستند.

اجزای و عملکرد آنها

مایع ظرفشویی مخلوطی از ۲۰-۴۰٪ سورفکتنت هستند که با دیگر اجزای خاصی ترکیب می شوند که برای افزایش کف، پایدار سازی و یکنواخت کردن فرمولاسیون (هیدروتروپ)، و فراهم سازی ویسکوزیته صحیح عمل می کنند. اخیراً، اجزای جدیدی ساخته اند که عموماً در برند های با قیمت بالا تر ظاهر شده اند. این اجزا شامل عواملی به منظور بهبود مراقبت از پوست، افزایش آب گیری، که از نیاز به خشک کردن جلوگیری می کند، و یا شفاف سازی مایع می باشند.

سورفکتنت ها- پارامتر اصلی در مایعات ظرفشویی کف است، که در حین شستشو وجود داشته باشد.

دیگر اجزا- برای ساختن یک محصول که در انبار پایدار باشد، به عاملی که به حل شدن دیگر اجزا و کنترل ویسکوزیته کمک کند مورد نیاز است.

فرمولاسیون مایع ظرفشویی

سه نوع فرمولاسیون وجود دارند: ۱- اقتصادی، با ۲۰٪ اجزای فعال؛ ۲- حد واسط، با ۳۰٪ اجزای فعال، و ۳- بالای خط، با ۴۰٪ اجزای فعال. جدول ۶-۲ سه نمونه از فرمولاسیون های اقتصادی را ارائه می دهد و جداول ۶-۳ و ۶-۴ به ترتیب نونه هایی از فرمولاسیون های حد واسط و حد اعلا (بالای خط) را نشان می دهند.

جدول ۶-۲ سه نمونه از فرمولاسیون های اقتصادی

Ingredient	1 (%)	2 (%)	3 (%)
LAS	14.11	15.11	13
LES (Na)	3.1	—	3
LES (ammonium)	—	7.1	—
AOS	—	—	3
Diethanolamide	2.1	—	1
EDTA	0.1	0.1	—
Na xylenesulfonate	3.1	—	—
Urea	—	2.1	3
Ethanol	—	—	1
Preservative	0.05	0.5	+
Water, perfume, colorant	Balance	Balance	Balance

جدول ۶-۳ دو مثال از فرمولاسیون های اقتصادی متوسط

Ingredient	(%)	(%)
LAS	20	25
LES (Na)	10	8
Ethanol	6	6
Urea	2	3
EDTA	0.05	—
Water, perfume, colorant	Balance	Balance

جدول ۶-۴ مثالی از فرمولاسیون های اعلا

Ingredient	(%)
SAS	33
LES (Na)	7
Nonionics	2
Urea	3.5
Ethanol	2
EDTA	0.3
Water, perfume, colorant	Balance

۶-۴ محصولات برای ماشین ظرفشویی

بازار ماشین ظرفشویی درحال رشد است. اگر چه این توسعه ممکن است در برخی از کشورها آهسته باشد، تقاضا برای محصولات ماشین ظرفشویی وجود دارد، و برخی از نوآوری های جالب وجود دارد. قبل از این که اجزای مختلف مورد استفاده را در محصولات ماشین ظرفشویی دنبال شوند، محصولات موجود در زیر به صورت جداگانه بررسی می شوند:

۱- *پودر معمولی*. اثر بخشی آنها بر پایه مخلوطی از تری پلی فسفات، متاسیلیکات سدیم و یک عامل سفید کننده، همراه با مقدار کمی از سورفاکتانت است.

۲- *پودر متراکم*؛ مواد اولیه خام فسفات ها یا سیترات ها/ پلیمرها (بسته به کشور)، دی سیلیکات، قدری سورفاکتنت، و بالاتر از همه، یک سیستم سفید کننده بر اساس پربورات و (TAED) هستند، همانطور که در ماشین لباس شویی است. به دلیل عدم وجود یک منبع کلر، آنزیم می تواند گنجانده شود.

۳- *مایعات معمولی*. تکنولوژی اصلی همانند پودر معمولی است، اما در سطحی پایین تر از pH و ذخیره قلیاییت. شکل مایع

نیاز به یک عامل ساختار دهنده را مانند خاک رس یا پلیمر تحمیل می کند. علاوه بر این، مایعات باید خواص رئولوژیکی (روان) داشته باشند که مقدار مصرف روزانه را تسهیل می کند، اما ویسکوزیته برای جلوگیری خروج محصول از ماشین توزیع گرکافی باشد. مزایای استفاده از مایعات نسبت به پودر شامل موارد زیر است: ۱- آنها به سرعت حل می شوند؛ ۲- بر خلاف پودرها، آنها به رطوبت حساس نیستند؛ ۳- استفاده از آنها آسان است؛ و ۴- آنها در قسمت توزیع گر پف نمی کنند (مانند کیک نمی شوند (بر خلاف پودرها که به هنگام بسته بندی به اندازه کافی مقاوم به رطوبت نیستند)؛

۴- *مایعات متراکم* ؛ با دانش ما، فقط یک نوع از محصول متراکم در دسترس است؛ منحصر به فرد ی آن در حضور ترکیبی از یک منبع کلر و آنزیم ها (خورشید) می باشد.

۵- *قرص ها و دانه ها*- این دسته اخیراً به بازار وارد شده اند. آنها به طور کامل پاسخگوی نیازهای صاحبان ماشین ظرفشویی هستند که نمی خواهند در مورد مفدار مصرف محصول نگران باشند.

عوامل سفید کننده. در حال حاضر روند در محصولات ماشین های لباسشویی ها و نیز ظرفشویی به کار گیری مخلوطی از پربورات وTAED است؛ این اصل بنیادین در فصل ۳ تشریح شد. آنزیم با این سفید کننده ها می توانند استفاده شوند، اما با کلر خیر. منابع کلر در محصولات ظرفشویی اتوماتیک نمک های سدیم یا پتاسیم اسید دی کلروایزوسیانوریک (K or NaDCC) هستند.

نمونه هایی از فرمولاسیون

جداول ۶-۴ و ۶-۵ فرمولاسیون پودر معمولی با و بدون فسفات را نمایش می دهند. در جدول ۶-۶ همان اطلاعات برای پودر فشرده می باشد. جدول ۶-۷ (قرص) و ۶-۸ فرمولاسیون مایعات و ژل ارائه می دهند.

۶-۵ محصولات آبکشی

این محصولات، به نام "کمک شستشو،" و نیز به نام "کمک خشک کن" نامیده می شوند. عملکرد آنها کمک به تخلیه یکنواخت آب بر روی بشقاب ها در آخرین شستشو و چرخه خشک کردن است، تا خشک کردنی کامل و بدون هیچ گونه آثار باقی مانده ارائه دهند (جدول ۶-۹).

جدول ۶-۴) فرمولاسیون پودر معمولی با فسفات

Ingredient	Europe (Corrosive category) (%)	United States (%)
STPP	15–35	25–35
Na disilicate	—	7–9
Na metasilicate	20–60	—
Na carbonate	0–30	25–35
Chlorine source	0.5–2.0	1–2
Surfactant	0–3	2–4

جدول ۶-۵) فرمولاسیون پودر معمولی بدون فسفات

Ingredient	Europe (Irritant category) (%)
Na citrate	15–35
Copolymer	2.5–4
Na disilicate	8–15
Perborate monohydrate	4.5–10
TAED	1.5–3.5
Na sulfate	20–40
Na carbonate	10–30
Nonionics	0.5–1.5
Enzymes	+
Benzotriazole	+
Perfume	+

جدول ۶-۶) فرمولاسیون پودر فشرده با فسفات.

Ingredient	(%)
STPP	30–60
Na disilicate	15–35
Nonionics	0.5–1.5
Polyacrylate	0–5
Na perborate	6–15
Na carbonate	0–5
TAED	0.5–4
Protease	+
Amylase	+
Lipase	+/–
Perfume	+

جدول ۶-۷) فرمولاسیون قرص

Ingredient	A (%)	B (%)
Anhydrous STPP	35	33.6
Anhydrous metasilicate	33.7	28.8
Metasilicate · $9H_2O$	26.3	33.6
Trichloroisocyanuric acid	1	1
Anhydrous Na acetate	3	3
Calcium diphosphate · $2H_2O$	1	1

جدول ۶-۸) فرمولاسیون مایعات و ژل

Ingredient	Formula A[b] (%)	Formula B[c] (%)
Anhydrous STPP	13	—
STPP · $6H_2O$	—	28
Na silicate	5	23
Na metasilicate pentahydrate	—	15
Zeolite A	—	5
Na carbonate	5	—
Soda (50%)	1	—
Na hypochlorite	1	1
Surfactants (Dowfax 3B2)	0.8	—
Antifoam (Knapsack Lp Kn)	0.16	—
Clay (Attagel 50)	3.3	—
Clay (Laponite RD, Hectorite, Laporte)	—	0.8
Colorant, water	Balance	Balance

جدول ۶-۹) فرمولاسیون محصول آبکشی

Ingredient	(%)
Nonionic (Plurafac or Pluronic)	10–25
Na toluenesulfonate or Na xylenesulfonate	0–8
Citric acid	8–15
Isopropanol or ethanol	5–10
Water	Balance

فصل ۷

دیگر سطوح سخت: تمیز کننده های همه منظوره،
تمیز کننده های حمام، و تمیز کننده های شیشه

۷-۱ کلیات

تولید کنندگان همواره زندگی مصرف کننده را با محدود کردن تعدادمحصولات در خانه ساده تر کنند. بدون برگشت به ایامی که صابون محصول جهانی بود، و بدون اشتباه کردن جاهایی که ناسازگار هستند، مانند لباسشویی و ظرفشویی، با این حال یک تعداد مناطق معینی وجود دارد برای این که تنها از یک محصول استفاده شود، به ویژه سطوح سخت، و به استثنای ظروف. کف ها، دیوار ها، پنجره ها، و سطوح مودم در حمام و آشپزخانه همگی با پاک کننده های "همه منظوره" می تمیز می شوند.

اجزا و عملکرد آنها

عملکرد عمده سورفکتنت ها در پاک کننده های خانگی حذف چربی از بستر ها است.

مصرف کنندگان محصولات عملی تری را برای ساده سازی فرایند تمیز کردن و نیز انجام رساندن چند عملکرد در یک زمان می خواهند، به عنوان مثال، برای تمیز کردن و درخشش با تلاش کمتر. جدول ۷-۱ تقسیم بندی تمیز کننده های همه منظوره را بر اساس اجزا و عملکردشان نشان می دهد.

جدول ۷-۱ تقسیم بندی تمیز کننده های همه منظوره بر اساس اجزا و عملکردشان

Needs	Means
Better performance	More surfactants More solvents
Brilliant cleanliness (no streaks), without rinsing	Reduced quantity of electrolytes
Safer products	Neutral pH
for surfaces	
for skin	
More ecological	Biodegradable surfactants
	Carbonate/citrate to replace sodium tripolyphosphate
	Less packaging/more recycled products/refills
	Variants of color and perfumes as indicators of cleanliness

۷-۲ پاک کننده های همه منظوره

ما دیده ایم که مصرف کنندگان پاک کننده های همه منظوره را به روش های متنوع در بخش های مختلف خانه استفاده می کنند. با این حال، برخی از کار ها و انواع لکه ها نیاز به محصولی قوی تر دارند. این مسئله نیاز به پاک کننده های شوینده را، ابتدا به شکل پودر و سپس به شکل مایع تا اواسط ۱۹۷۰s.بالا برد. پاک کننده ها، چه مایع یا پودر، انرژی "مکانیکی" مورد نیاز را برای مقابله با برخی از لکه های سر سخت افزایش می دهد.

۷-۲-۱ پودر های تمیز کننده

اجزا و عملکرد- جزء اصلی یک عامل ساینده است، که همراه با انرژی کم حرارتی (محصول حل نمی شود)، انرژی شیمیایی و فیزیکوشیمیایی محصول، و مقدار بسیار زیادی "گریس آرنج"، عملکرد تمیز کردن محصول را به طور قابل توجهی بهبود خواهد بخشید. سه معیار زیر در انتخاب ساینده استفاده می شود: ۱- سختی، ۲- شکل ذرات (ذرات نوک دار تر، در عمل ساینگی قوی ترند)؛ و (ج) اندازه ذرات (ذرات کمتر از ۲ میکرو متر ساینده نخواهند بود، مهم نیست چقدر سخت هستند). محدوده اندازه ذرات معمولاً ۱۰-۵۰ میکرو متر است. جدول ۷-۲ سختی مواد خام مختلف را در (مقیاس) ۱ تا ۱۰ خلاصه کرده است.

Hardness	Raw material
1	Talc (Mg and Al silicate)
2	Gypsum (Ca sulfate)
3	Calcite (marble powder, Ca carbonate)
4	Fluorite
5	Apatite (Ca metasilicate)
6	Feldspar (K and Na silicate)
7	Quartz (sand, melted silicate)
8	Topaz
9	Corundum (alumina)
10	Diamond

افزودنی هایی مانند سفید کننده ها از جمله تری کلرو سیانوریک اسید (TCCA) و سدیم یا پتاسیم دی کلرو سیانورات (DCC) نیز به فرمولاسیون می تواند افزوده شود.

عوامل کلردار به رطوبت حساس هستند؛ آنها با دیگر ترکیبات آلی واکنش می دهند، و به طور خودکار تجزیه کنند. در تحقیقات انجام شده تلاش بر این بوده است تا با عواملی مثل اولفین های خاص با نقطه دوب ۱۵۰ – ۳۰۰ درجه سانتی گراد یا مرکاپتان ها پایداری را افزایش دهند. علاوه بر سفید کننده ها، اجزای دیگری هم ممکن است برای بهبود بخشیدن تمیز کنندگی پودر درمقابل چرک های خاص و لکه ها اضافه شوند از جمله کلسیم اکسید یا هیدروکسید، یا حلال ها. جدول ۷-۳ دو نمونه را اراده می دهد.

جدول ۷-۳) فرمولاسیون پودر های تمیز کننده با عوامل سفید کننده و اجزای دیگر.

Ingredient	Formula A (%)	Formula B (%)
Na LAS	2.5	2.5
2,5-Dimethyl-2,5 hexanediol	—	1.5–3
Na carbonate	5–12	10–15
K carbonate	0–12	—
Na acetate	—	2–5
Ca oxide	0–0.6	—
Ca hydroxide	0.2–1	0.5–1.5
Na DCC/K DCC	0–1.5	0.8–1.5
TCCA	0–1	—
Na sulfate	—	1–2.5
Abrasive, perfume	Balance	Balance

۷-۲-۲ کرم های تمیزکننده

پودر های تمیز کننده به تدریج با مایعات جدیدی جایگزین شدند که می توانستند در تماس مستقیم تری با چرک بودند. به دلیل آنکه آنها قبلاً حاوی آب هستند، با مشکل قالبی شدن (caking) مواجه نمی شوند و به راحتی محصولات مستقیما بر روی یک پارچه می تواند ریخته شود.

در اواخر دهه ۱۹۷۰، یونیلور سوسپانسیون ساینده در یک شبکه سه بعدی از رشته های درهم از سورفاکتنت غیر قابل حل (مانند سدیم استئاریک ، میریستیک، یا اسید چرب در غلظت ۰/۵-۲٪ در مایع) پیشنهاد داد. جدول ۷-۴ فرمول مربوطه را می دهد.

جدول ۷-۴) فرمولاسیون کرم پاک کننده با ساینده در سوسپانسیون.

Ingredient	(%)
Liquid base	
Na lauryl sulfate	1.8
Na stearate	1.5
Lauryldimethylamine oxide	0.6
Na sulfate	0.3
Na chloride	1.0
Na hypochlorite (aqueous solution)	6.0
Solid to be added to the liquid base	
Feldspar (quartz)	50
Water	Balance

۷-۲-۳ دیگر پاک کننده ها

محصولات کلردار

هیپو کلریت- سفید کننده ای است که بیشتر از دو قرن پیش کشف شد، هنوز یک آینده خوب، چه به عنوان یک محلول هیپوکلریت (مورد استفاده در اروپا و کشورهای در حال توسعه که بازارهای در حال رشد سریع هستند)، و یا به عنوان یک محصول کامل تر اقتباس شده با نیازهای مصرف کنندگان در کشورهای توسعه یافته دارا است. اولین محصولات کلر با سورفاکتانت و معطر در بازارهای اروپا در دهه ۱۹۷۰ظاهر شدند. این محصولات با ویسکوزیته بالا بودند، که زمان تماس با سطوحی را که بایستی تمیز یا ضد عفونی شوند به حداکثر برساند. پس از آن، اشکال دیگری ظاهر شدند از جمله محصولات با ویسکوزیته کمتر در بطری های همراه با ماشه فروخته شد.

محصولات کلردار مایع- Domestos یا (یونیلور) یکی از نمایندگان اصلی این نوع محصول است. سیستم سفت کننده برای تدوین و فرموله کردن مایع ویسکوز کلردار، به عنوان مثال، اکسید لائوریل متیل آمین و صابون اشباع مانند سدیم لائورات به (نسبت به ۸۰:۲۰ تا۶۰:۴۰) می تواند استفاده شود.

۷-۳ پاک کننده توالت

سه نوع محصول را می توان در توالت استفاده کرد: ۱- محصولاتی (پودر یا مایعات) که نه به طور دائم به کاسه متصل می شوند؛ ۲- " بلوک هایی" که در مخزن قرار داده می شوند؛ و ۳- بلوک های که در زیر لبه کاسه وصل می شوند.

محصولات در خارج از کاسه- این ها شامل پودر، مایعات بر اساس- هیپوکلریت ، مایعات مبتنی بر اسید هستند. پودر سنتی به طور کلی شامل نمک های معدنی هستند و زمانی که در محلول است یک واکنش اسید می دهد. به جای استفاده از نمک به عنوان پودر، آنها هر زمان که ممکن باشد گرانول می شوند. اضافه کردن سدیم بی کربنات می تواند در آب تولید کف کند. شوینده ها، اکسید کننده ها (پربورات سدیم، سدیم پرسولفات، و اسید تری کلروایزوسیانوریک) و کلرید سدیم (فعالیت میکروب کشی خفیف) می تواند به این مواد خام اولیه اضافه شود.

محصولات مبتنی بر هیپوکلریت- این مواد با آنهایی که قبلاً تحت عنوان "محصولات کلر" شرح داده شد یکسان هستند. استفاده از آنها در توالت کاملاً مناسب است چرا که آنها میکروب کش ایده آل هستند. با بین بردن باکتری ها، آنها بو را نیز از بین می برند. آنها همچنین تمام مواد آلی رنگی را بی رنگ می کنند. علاوه بر این، ویسکوزیته آنها چسبیدنشان را حتی به سطوح عمودی ممکن می کند، و سبب اثر بخشی آنها می گردد.

مایعات مبتنی بر اسید- با از بین بردن رسوبات کلسیم، مایعات اسیدی از تجمع لکه ها و باکتری بر روی این رسوبات جلوگیری می کند. جدول ۷-۵ فرمولاسیون تمیز کننده پودری سنتی توالت و جدول ۷-۶ فرمولاسیون تمیز کننده مایع مبتنی بر اسید را معرفی می کند.

جدول ۷-۵ فرمولاسیون تمیز کننده پودری سنتی توالت

Ingredient	Formula A (%)	Formula B (%)
Na bisulfate	60–85	40–60
Na chloride	0–5	—
Na lauryl sulfate	0–1	0–2
Na sulfate	5–12	20–30
Na bicarbonate	8–15	5–12
Sulfamic acid	—	10–20

جدول ۷-۶ فرمولاسیون تمیز کننده مایع مبتنی بر اسید

Ingredient	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Hydrochloric acid	10–20	20–30	—	25–35	—
Citric acid	—	1–4	—	—	—
Phosphoric acid	—	—	—	—	10–15
Glycol ether (solvent)	—	—	3–8	—	—
Sulfamic acid	—	—	10–20	—	—
Ammonium chloride	0.5–1.5	0.5–1.5	—	—	—
Na silicate	—	—	—	5–15	—
Nonionics	15–22	1–3	5–15	1–3	10–15
Perfume	+	+	+	+	+
Colorants	+	+	+	+	+
Water	Balance	Balance	Balance	Balance	Balance

بلوک ها برای سیکل توالت- این قطعه ها معمولا کاملا غوطه ور می شوند و آب را قبل از ورود به کاسه "درمان" می کنند. . مشکل اصلی با این نوع محصول در انتخاب فرایند ی نهفته است که آنها را، به عنوان مثال، اکستروژن، فشرده سازی و قالب ریزی می کند و هم چنین آیا محصول در مخزن- آزادانه نگه داشته شود و یا در یک ظرف مخصوص. بلوکی که در آب آزادانه شناور است باید حلالیت محدود داشته باشد. نمونه هایی از ساده ترین فرمولاسیون (بلوک در ظروف) در جدول ۷-۷ داده شده است.

جدول ۷-۷) فرمولاسیون (بلوک در ظروف)

Ingredient	(%)	(%)
Na paraffinsulfonate	70–85	—
Hypochlorite (Ca/lithium)	—	60–70
Chlorides	1.5–5	20–35
Sulfate	—	5–15
Colorant	+	+
Perfume	+	+

۴-۷ محصولات تمیز کننده پنجره

حتی بیشتر از سایر محصولات تمیز کننده، کارایی محصول تمیز کننده پنجره را می توان بلافاصله از هر گونه رد به جا گذاشته بر روی شیشه یا آینه قضاوت کرد. این محصولات به صورت مایع فروش می شوند (به این دلیل بسیار خوب است که فرمولاسیون حاوی سطح بالایی از آب است!) و برای استفاده ساده تر در بطری با یک ماشه بسته بندی می شوند. سطوح بالای آب در این فرمولاسیون ها آن را برای رقیق سازی با آب شیر (که می تواند باعث نتایج بد (لکه) شود)، غیر ضروری ساخته است. این محصول با مرطوب سازی سطح به درستی تمیز می سازد، و سپس آن را بدون تشکیل قطره های بزرگ (بزرگتر از ۲۵ میکرون، قطره ها وقتی که خشک می شوند نور قابل مشاهده را زمانی انکسار می کنند، رگه و لکه قابل مشاهده به جا می گذارند) خشک می سازد. اثر خیس کردن توسط سورفاکتانت به دست می آید، در حالی که خود تمیز کردن با حلالی انجام می شودکه به دقت تجویز می شود تا از آسیب رساندن به سطوح رنگ شده جلوگیری شود، به عنوان مثال.

انتخاب سورفکتانت- انتخاب سورفاکتانت مهم است. محصولات مانند اتوکسیله پیه الکل- ۱۸EOمی توانند به جلوگیری از رد گذاشتن کمک کنند؛ دیگران مانند الکل C خطی نوع اول ، $C_{۱۱-۹}$ -۵EO ممکن است آثار محدود به جا بگذارد، الکل خطی نوع دوم ۷EO $C_{۱۴-۱۵}$ اثر به جا خواهد گذاشت، و الکل خطی نوع اول $C_{۱۲-۱۴}$ 3EO- فاجعه بار خواهد بود. حلال ها (۰.۱-۱۵٪ حداکثر)، مانند ایزوپروپانول و یا گلیکول اتر، می توانند مورد استفاده قرار گیرد.

استفاده از یک ماده محلول در آب است که لایه های نامرئی به جا می گذارد ممکن است خواص ضد تراکمی بر روی سطح درمان شده فراهم می کند. این ماده از متراکم شدن آب به قطرات بی حد و حصر با تشکیل یک لایه حتی روی شیشه جلوگیری می کند. جدول ۷-۸ نمونه ای از فرمولاسیون تمیز کننده شیشه را می دهد.

جدول ۷-۸ نمونه ای از فرمولاسیون تمیز کننده شیشه

Ingredient	(%)
Tallow alcohol-18EO	0.05–1.5
Isopropanol	5–15
Ammonia	to adjust the pH to ~10
Deionized water	Balance

فصل ۸

محصولات مراقبت از پوست

۸-۱ صابون های توالت

مواد خام- در این مبحث، برای صابون از فرمول زیر استفاده می کنیم:

$$R-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-ONa$$

که تعداد کل اتمهای کربن است. به طور کلی، بین ۶ تا ۲۰ (دوتا دو تا) تغییر می کند. اسید های چربی وجو دارند که ساختار آنها شامل یک یا چند پیوند دوگانه است.

مواد خام مورد استفاده در تهیه صابون. مواد خام اصلی شامل پیه (گوسفند یاگاو) و روغن نارگیل است.

"صابون خانگی" بومی- صابون قدیمی خانگی به سادگی ۶۳٪ اسید چرب صابون تمیز که سرد می شد و به قطعات برش زده می شد.

صابون پر چرب- به منظور بهبود کف و احساس، صابون می تواند با اضافه کردن اسیدهای "آزاد" چرب "پرچرب" باشد (در حال حاضر این صابون وجود ندارد).

فرمولاسیون

صابون های توالت کلاسیک – جدول ۸-۱ فرمولاسیون صابون های توالت موجود در بازار را نشان می دهد.

جدول ۸-۱ فرمولاسیون صابون های توالت

	Non-superfatted soap (%)	Superfatted soap (%)
Nominal composition of fats	80–20 (palm/palm kernel)	65–35 (tallow/coconut)
Na soap	83–88	80–85
Free fatty acids	—	4–6
Preservatives		
Na EDTA	0.015–0.030	0.015–0.030
EHDP[a]	0.010–0.025	0.010–0.025
Orthophosphoric acid	0.1–0.2	0.1–0.2
Colorants	+	+
Opacifiers (titanium oxide)	0.1–0.7	0.1–0.7
Brighteners	+	+
Perfume	+	+
Water, salts	Balance	Balance

صابون های مخصوص- ما تا کنون صابون خانگی کلاسیک، صابون توالت، و صابون پرچرب را مورد بحث قرار دادیم. انواع دیگر صابون عبارتند از:

۱. فلس صابون، به دست آمده با فشار آوردن به تکه های صابون از طریق یک آسیاب نورد، به شکل یک فیلم خوب در می آیند وپس از آن به فلس شکسته می شوند.

۲. صابون نرم تعادل فیزیکی خاص از پتاسیم و روغن های غیر اشباع است.

۳. صابون مایع (برای اسپری). انتخاب مواد اولیه و افزودنی برای ایجاد یک مایع غلیظ و ویسکوز می تواند مورد استفاده قرار گیرد.

دو نوع خاص از صابون ها یعنی صابون شفاف و صابون میکروب کش را با جزئیات بیشتری بررسی می کنیم:

صابون شفاف- اصول اصلی در ساخت یک صابون شفاف یا نیمه شفاف در زیر ارائه شده است (جدول ۸-۲):

۱) تمام مواد اولیه باید تا حد امکان خالص با شند.

۲) مواد افزودنی مات استفاده نشود؛

۳) شرایط خاصی باید به دقت مشاهده شود [شاخص صابونی؛ تیتر (محدوده ذوب) چربی. درصد الکترولیت ها؛ خشک کردن، و بویژه، دمای حین فرایند (۳۵ °C)]؛

۴) مهار کننده های تبلور باید اضافه شود (محلول های قند، پلی ال، گلیسیرین)؛

۵) رزین و / یا روغن کرچک به مخلوط اسید چرب اضافه شود.

جدول ۸-۲) فرمولاسیون صابون شفاف.

Ingredient	(%)	
Na soap	65–78	80 tallow:20 coconut in the charge
Polyethylene glycol	8–15	
Glycerol	2–10	
Free fatty acids	2–5	
Preservatives	+	
Colorants	+	
Perfume	+	
Water, salts[a]	Balance	

صابون های ضد باکتری- این صابون ها با استفاده از عوامل ضد باکتری مانند Irgasan DP300 تولید می گردند. عیب Irgasan DP300 این است که در زیر نور تمایل به توسعه رنگ دارد. این پدیده را می توان با حضور قلیای آزاد کاهش داد.

۸-۲ شمش های شوینده

اجزای اصلی در شمش های شوینده و عملکرد آنها در جدول ۸-۳ لیست شده است.

جدول ۸-۳) اجزای اصلی در شمش های شوینده و عملکرد آنها.

Ingredient	Function
Na cocoyl isethionate	Active (foam and cleaning)
Na linear alkylbenzenesulfonate	Speed and volume of foam
Anhydrous soap	Gives a creamy feel to the foam/plasticizer
Na isethionate	Hardener
Na stearate	Hardener
Stearic acid	Plasticizer, softness
Titanium oxide	Opacifier, whiteness
Mineral oil	For marketing, e.g., "bath oil"

۸-۳ محصولات حمام: ژل های دوش و کف های حمام

اضافه کردن محصولات به حمام جدید نیستند. سال ها پیش از "نمک حمام" استفاده می گردید. آنها آب را رنگی و معطر، شستشو را آسان تر، و آب را نرم تر می کردند. فرمولاسیون آنها ساده و شامل نرم کننده های آب (سدیم تری پلی فسفات همراه با سدیم سِکویی کربنات) بود.

در حال حاضر، محصولات ژل های دوش و کف های حمام وجود دارند. این دو دسته با ارجحیت مصرف کنندگان از هم متمایز می شوند. یعنی اینکه آنها ترجیح می دهند که احساس محصول چرب داشته باشند که پوست پس از حمام یا دوش لغزنده باشد یا خیر.

فصل ۹

محصولات مراقبت از مو

۹-۱ مشکلات مو

قبل از بررسی محصولات، برخی نکات کلی در خصوص مو و مراقبت از آن یاد آوری می گردد.
شامپو ها برای تمیز کردن مو در نظر گرفته شده اند. موها از یک منفذ کوچک پوست سر رشد می کنند که فولیکول مو نامیده می شوند. مو دو قسمت دارد: ۱- مجرای گشاد در پایین، متصل به ریشه، که غنی ازرگهای خونی است؛ ۲- میله، که از سه لایه متحد المرکز تشکیل شده است.
هر تار مو از طریق سه مرحله به شرح زیر می روید:
۱- رشد، که در حدود ۳ سال طول می کشد.
۲- انتقال، که در حدود ۳ هفته طول می کشد، که فولیکول در طی آن زمان غیر فعال است.
۳- استراحت، زمانی که مو مرده بیرون می افتد، توسط مو جدید و جوان در فاز اول هُل داده می شود.
اگر ما یک موی بلند را به طور کامل مورد بررسی قرار دهیم، ما شاهد چهار شرایط زیر:
۱. نزدیک ریشه، مو جدید است، بنابراین در شرایط خوبی است. توده پوسته های جفت شده کاملاً لایه رویی را پوشش می دهند. ۲. پنج سانتی متر از ریشه، مو در حال حاضر قدیمی تر، شده است و تحت کنترل اثر شانه، برس، و خشک کردن است. توده پوسته آسیب دیده و شکسته است. ۳. در اواخر مو، بسیاری از کوتیکول به دلایل "مکانیکی" بالا . و همچنین در نتیجه قرار گرفتن در معرض مواد شیمیایی یا نور ماوراء بنفش ناپدید شده اند. اکنون کورتکس در معرض قرار دارد. ۴. در پایان مو چند بخش وجو دارد؛ همه کوتیکول رفته است، کورتکس به طور کامل در معرض قرار دارد و به راحتی شکسته می شود.

۹-۲ کثیفی مو

کثیفی مو متغیر بوده و از منابع بسیاری ایجاد می شود. آکنه و مشتقات آن اجزای اصلی هستند. شوره سر برای سلول های سطحی از لایه شاخی پوست طبیعی است تا معیوب گشته و موجب تکه های کوچک متعدد از کراتین و یا تکه های نامرئی (پولک) شوند. اگر تکه های قابل مشاهده (شوره سر) تشکیل شوند، پیشرفت سریع آن غیر طبیعی می شود.

۹-۳ شامپو

مواد تشکیل دهنده و نقش آن- کار اصلی یک شامپو شستن مو است، یعنی حذف چر ک مانند گرد و غبار، چربی، و از سوی دیگر سلول های مرده بالا بحث شد. اما یک شامپو باید خواص ویژه دیگری داشته باشد تا در بازار رقابت کند. بویژه، باید:

۱- به راحتی حتی در آب سخت، بدون تشکیل رسوب حل شود.

۲- به خوبی تمیز کند (در تمام سختی های آب) بدون برداشتن اضافه روغن (با بکارگیری سورفکتنتی که به خوبی امولسیون می شود و عمل خیس کردن کمتر القا می کند.

۳- موی انعطاف پذیر، نرم، آسان برای شانه زدن، و با ایستایی کمتر به جا بگذارد.

۴- به سرعت و به وفور کف کند (نیاز مصرف کننده)، اما شستشو به راحتی انجام شود و در صورت تماس با چشم باعث تحریک (به جز بسیار لحظه ای) نشود.

۵- در pH خنثی یا کمی قلیایی به خوبی عمل کند.

۶- عطری دلپذیر داشته باشد.

۷- به دست تحریک کننده نباشد.

۸- تحریک کننده پوست سر نباشد.

۹- در ظاهر جذاب باشد (رنگی، صدفی، و با ویسکوزیته خوب).

۱۰- و (البته) قیمت مناسب داشته باشد.

۹-۴ عوامل حالت دهنده

بعضی از سورفکتنت ها اثر ضد چربی قوی بر روی مو و نیز دست دارند، که این ویژگی برای شامپو ها خوب نیست. علاوه بر این، سورفکتنت ها مایل به جذب بر روی مو هستند، و آن را شکننده و فرم گرفتن آن دشوار می کنند. مواد خاص، که ما در زیر مورد بحث قرار می دهیم، برای مقابله با این اثرات در دسترس هستند.

لانولین- لانولین و مشتقات آن، و هم چنین ستیل الکل ، نتایج خوبی در سطح اختلاط کم تولید؛ (اگر سطح بیشتر از ۲٪ باشد، خواص کف کنندگی شامپو تحت تأثیرقرار می گیرد).

لسیتین- لسیتین نیز می تواند در سطوح پایین استفاده شود. تخم مرغ و زرده تخم مرغ، که حاوی لسیتین، کلسترول، و پروتئین ها هستند، نیز استفاده می شود. آنها محافظت (کلوئیدی) و به عنوان حالت دهنده عمل می کنند.

پلیمرهای کاتیونی- این ترکیبات شامل همو پلیمر و کوپلیمرهای کاتیونی به دست آمده توسط کوپلیمریزاسیون مونومر وینیل حامل گروه آمونیوم چهارتایی یا یک آمین چهارتایی با یکی مونومر محلول در آب دیگر، مانند آکریل آمید یا متا آکریل آمید می باشند.

از دیگر مواد حالت دهنده سیلوکسان، دی متیکون، و سیلیکون ها می باشند.

عوامل درمانی- برخی از فرمولاسیون شامل اجزایی برای اصلاح موها و اختلالات پوست سر، از جمله موی چرب هستند.

اجزای دیگر- اجزای دیگری یا جنبه های فیزیکی محصول را مثل ویسکوزیته، ، پایداری، یا محافظت بهبود می دهند، و یا محصول را برای مشتری جذاب تر می سازند. از جمله این مواد می توان به پایدار کننده های کف، ویتامین ها، آنتی اکسیدان ها و مواد نگه دارنده، رنگ ها و عطر ها اشاره کرد.

جداول ۹-۴ و ۹-۸ به ترتیب فرمولاسیون شامپو را برای موهای معمولی وموهای چرب می دهد.

جدول ۹-۴) فرمولاسیون شامپوی موی معمولی

Ingredient	A (Transparent) (%)	B (Opaque) (%)
Surfactant (LES)	10–15	10–15
Cosurfactant (CAPB)	2–4	2–4
Mono- or diethanolamide	0–1	0–1
Stabilizing opacifiers	0	0.5–2
Antioxidants	+	+
Preservatives	+	+
Viscosity regulators	–/+	–/+
Ingredients to adjust pH	–/+	–/+
Perfume, colorant, water	Balance	Balance

جدول ۹-۸) فرمولاسیون شامپوی موی چرب

Ingredient	(%)
Na or NH_4 LES	8–14
CAPB	2–4
Mono/diethanolamide	–/+
Opacifier (GMS or EGDS)	0–2
Specific ingredients	—
Protein hydrolyzates, egg	0.05–0.1
Preservative (Bronopol)[b]	+
Antioxidant (BHT)	+
Perfume, water	Balance

۹-۵ شامپو بچه

شرط اساسی این شامپو این است که آنها تحریک کننده مو، پوست سر، و به ویژه چشم نیستند. یک سطح پایین تری از سورفکتانت استفاده می شود و نسبت سورفکتانت به کوسورفکتنت تغییر داده می شود.

فصل ۱۰

محصولات محافظت دهانی: خمیر دندان ها

۱۰-۱ دهان انسان

دهان شامل دندان، غشای مخاطی دهان و یا گونه، زبان و لثه ها که به عنوان قطعات ثابت، و بزاق به عنوان بخش متحرکت شناخته می شوند. قطعات ثابت به طور مداوم در جریان بزاق غرق می گردند. دندان ها در برآمدگی حفره مانند ریشه دارد. بخشی از دندان بالاتر از لثه، تاج، توسط لایه ی مینای دندان، ماده ی سخت بدون سلول های زنده، محافظت می گردد.

۱۰-۲ مشکلات اصلی دندان

برای دانستن اینکه در خمیر دندان چه چیزی نیاز است بایستی از مشکلات آن آگاه شد.

پلاک دندانی- این دارو یک ماده سفید است که بر روی دندان ها و لثه جمع می گردد، و با زدن مسواک حذف می شود. بیشترین مشکلات دندانی به طور مستقیم به پلاک دندان مربوط می شود.

مشکلات لثه- بهداشت ضعیف دهان و دندان اجازه می دهد تا پلاک تشکیل گردد و باعث التهاب لثه یا التهاب های ناشی از سموم تولید شده توسط باکتری شود.

تارتار- عبارتست از کلسیم فسفاتی که از بزاق روی پلاک می نشیند. بزاق در کلسیم فسفات فوق اشباع می شود.

دندان های حساس- لثه ها، که با سن در حال فرونشینی هستند، در معرض اولین عاج ریشه (زیر لایه محافظ مینای دندان) و سپس پالپ قرار دارند. سپس سلول های عصبی پالپ در معرض تحریک خارجی (گرما، سرما) هستند، و باعث ناراحتی می شوند. هم چنین عاج با مسواک زدن سخت بیش از حد، سبب فرو نشینی لثه می شود.

لکه- رنگ ها که به مینای می چسبند توسط مسواک زدن ساده با آب حذف نمی شوند. خمیر دندان باید شامل سمباده نرمی باشد، که به مینای دندان و یا عاج حمله نکند.

بوی بد (گند دهان)- ترکیبات حاوی گوگرد، به نام گروه های تیول، با متابولیسم باکتریایی تولید می شوند و مسئول بوی گند دهان، و یا بوی بد هستند. کرم خوردگی پیشرفته نیز به بوی بد دهان کمک می کند. مسواک زدن منظم با یک خمیر دندان ضد پلاک و ضد پوسیدگی برای حل این مشکل ضروری است. برخی از محصولات حاوی مواد تشکیل دهنده خاص هستند، مانند روی، که با گروه های تیول واکنش می دهند.

پوسیدگی- پوسیدگی ها، سوراخ هایی در مینای دندان می باشند. هنگامی که آسیب ایجاد می شود، دندان از آسیب برگشت ناپذیر رنج می برد و سبب درد و ناراحتی می شود. در صورت عدم درمان، دندان در نهایت به طور کامل نابود خواهد شد.

۱۰-۳ مواد تشکیل دهنده اصلی و عملکرد آنها

خمیردندان- باید دو وظیفه اصلی به انجام برساند. اول، باید تمیز کردن دندان و تازه کردن دهان ("عملکرد آرایشی و بهداشتی"). دوم، آن که حامل عوامل درمان قطعی (مثل، فلوراید در برابر پوسیدگی) است.

آب و ترکیبات مرطوب-آب عوامل درمانی، مواد پاک کننده، پرپشت کننده، و شیرین کننده را حل و پراکنده می کند.

سورفکتانت- در خمیر دندان، سورفکتانت به تمیزی دندان با از بین بردن باقی مانده مواد غذایی و پلاک ، فراهم نمودن کف مورد تقاضای مصرف کنندگان، و حل و پراکنده کردن طعم دهنده های نامحلول در آب (با تشکیل میسل که در آن طعم دهنده حل می شود) کمک می کند.

مسواک- مسواک (ساینده) منجر به حصول اطمینان از ویسکوزیته مناسب شده و با سایش، تمیز کردن لکه های رنگی ثابت بر روی سطح دندان را فراهم می کند.

قوام دهنده- قوام دهنده به جلوگیری از رسوب ساینده کمک می کند و نیز خواص رئولوژیکی خمیر دندان را ، از قبیل تسهیل جریان از لوله در حال اطمینان از محکم باقی ماندن آن بر روی مسواک، فراهم می سازد.

ساختار دهنده- پلی اتیلن گلیکول (PEG) گاهی اوقات درساختار استفاده می گردد و عطر و طعم و سورفاکتانت را حل می کند.

عوامل شیرین کننده- این محصول را از نظر طعم ، با پوشش دهی طعم و مزه تلخ برخی از مواد در فرمول، قابل قبول ترمی سازند.

مات کننده ها- دی اکسید تیتانیم (TiO_2)، به خمیر دندان سفید مات برای بهبود سفیدی و برای تغییر سایه ی محصول رنگی اضافه می شود.

رنگ- رنگ باید امنیت، ثبات، و مقیاس هزینه را تامین کند. به طور کلی، آنها ترکیباتی از درجه مواد غذایی بوده و محلول و نامحلول (رنگدانه) می باشند. گاهی اوقات اضافه کردن مقادیر کمی تثبیت کننده های رنگ مانند سولفات منیزیم امکان پذیر هست.

تثبیت و تنظیم کننده pH- پیش از این، خمیر دندان های مبتنی بر آلومینا در لوله های آلومینیومی بدون لاک بسته بندی می شدند.

تثبیت کننده سدیم دی هیدروژن فسفات (NaH_2PO_4)، برای اجتناب از واکنش های شیمیایی میان محصول و بسته اضافه می شد، این ماده امروزه هنوز هم استفاده می شود، اما با هدف ایجاد ثبات pH و نه جلوگیری از واکنش ها. (امروز لوله های با کیفیت بهتر هستند، چه لاکی و چه پلاستیکی). روی سیترات نیز به عنوان بافر استفاده می شود، تا pH را به خنثی کاهش دهد. البته این ماده نبایستی با فسفات ها بکار رود زیرا که تشکیل نمک های نامحلول فسفات روی می دهد.

طعم- طعم و مزه یک خمیر دندان برای مصرف کننده مهم است. به غیر از استثناء های بسیار خاص، مانند طعم دهنده برای کودکان، طیف طعم دهنده بسیار محدود است، به عنوان مثال، ۸۰ درصد از مزه ها مبتنی بر نعناع، نعناع فلفلی، و یا ترکیبی از این دو است.

مواد نگهدارنده- همانطور که قبلا توضیح داده شد، مرطوب کننده در حفاظت از محصول کمک می کند، اما در فرمولاسیون با کمی آب، سایر محصولات برای جلوگیری از کپک زدن و رشد باکتری اضافه می شوند.

عوامل درمانی: *ضد تارتار*- نمک های پیروفسفات (آنیون P_2O^{4-}) مواد تشکیل دهنده استاندارد بوده اند، معمولا در مخلوط، مانند پیرو فسفات تتراسدیم (حلالیت ضعیف در دمای پایین) با تترا فسفات پتاسیم (حلالیت بهتر ، اما طعم شور).

عوامل رفع حساسیت- اولین عامل دارای مجوز استرانسیوم بود، اما این ماده نیز دارای طعم شور بوده و ناسازگار با فلوراید است. نسل بعدی استات استرانسیم بود، با طعم شور کمتر و سازگاری بهتر با فلوراید. نمکهای پتاسیم (کلرید، نیترات، سیترات) امروز به طور گسترده استفاده می شوند؛ آنها سازگار با فلوراید بوده و طعم خنثی دارند. در جدول ۱۰-۱، فرمولاسیون مات حاوی سدیم فلوراید (ضد پوسیدگی) و کلرید روی (ضد میکروبی) ارائه شده است.

جدول ۱۰-۱) فرمولاسیون مات حاوی سدیم فلوراید.

Ingredient	(%)
Na fluoride	0.22
Zinc chloride	2
Sorbitol (70%)	35
Glycerol	10
Hydrated silica	23
N-ethyl cocoyl taurate	3.75
Xanthan gum	1
Hydroxyethylcellulose	1
Na gluconate	0.80
Titanium dioxide	0.80
Na saccharinate	0.7
Saccharin	0.10
Na benzoate	0.20
Flavor	1.3
Demineralized water	Balance

فصل ۱۱

سمیت شوینده ها و سیستم های CIP و COP

۱۱-۱ سمیت

قبل از این که مواد اولیه جدید استفاده شود، باید آن را از نقطه نظر کلیّت سم شناسی مورد مطالعه قرار داد. تولید کنندگان عمده دارای آزمایشگاه مرکزی هستند که قادر به انجام مطالعات طولانی و دقیقی هستند که لازم است به بررسی موارد زیر بپردازد:

۱- اثرات محلی، به عنوان مثال، واکنش های پوستی و آلرژیک، نفوذ در زیر پوست؛

۲- اثرات سیستمی است که می تواند به صورت حاد یا مزمن باشد؛

۳- خطرات بالقوه، مانند جهش زایی، و یا سرطان.

این خطرات کارگرانی را که در معرض مواد خام هستند و هم چنین مصرف کنندگان این محصولات را نگران می سازد. قرار گرفتن در معرض این مواد به سه صورت می تواند باشد: ۱- تماس با چشم یا پوست (درمحل کار یا در طی کاربرد محصول، ۲- هضم (معمولا با حادثه، و بویژه توسط بچه ها)، ۳- تنفس (در محل کار یا در حین استفاده).

۱۱-۲ امنیت و خطر زیست محیطی

بیشتر سورفکتنت های آنیونی و غیر یونی غیر سمی هستند، و LD50 دارند که قابل مقایسه با سدیم کلراید می باشد. سورفکتنت های کاتیونی موقعیت متفاوتی دارند. دی آلکیل آمونیم کلراید ها **LD50** بسیار پایین دارند (**g/kg** ۵) اما آلکیل بنزن دی آمونیم ها **LD50** ۰/۳۵ دارند. در معرض قرار گرفتن پوست به مدت طولانی با سورفکتنت ها سبب خراش می شوند زیرا سورفکتنت (مانند صابون) پوشش لیپیدی محافظ کننده سلول های پوست را مختل می سازد.

۱۱-۳ سمیت محصول

در زیر سمیت را برای کارگران و کاربران عمده اجزای مورد استفاده به تنهایی و یا در ترکیب مشخص کرده ایم:

سورفکتنت ها- برهم کنش می تواند بین مولکول های سورفکتنت و پروتئین های زیستی از جذب کمپلکس هم با کاتیونی ها و هم آنیونی ها رخ دهد و این کمپلکس ها پروتئین را دناتوره می کنند. آنزیم ها متحمل کاهش یا حتی از دست دادن فعالیت کاتالیزوری، و سپس تغییر در سوخت و ساز بدن می شوند.

غیر یونی ها، کمپلکس ها پروتئین ها را دناتوره نمی کنند، اما به سادگی باعث حلالیت معین در غلظت های بالا می شوند. آنیونی ها وآنیونی ها به سختی به پوست نفوذ می کنند؛ غیر یونی ها کم تر تهاجمی هستند. با این حال، به طور کلی، خطرات بسیار جزئی هستند. لایه محافظت کننده مایعات بر روی پوست توسط سورفکتنت امولسیونه می شود و مانع را حذف می کند؛ در نتیجه پوست نفوذ پذیر و خشک تر می شود. خوردن سورفکتنت آنیونی و غیر یونی جدی نیست چرا که این سورفکتنت ها به سرعت متابولیسم می شوند . متابولیسم سورفکتنت کمی کند تر است. با این حال، هیچ تجمعی از هر یک از این سورفکتنت ها در ارگانیسم وجود ندارد. در معرض قرار گرفتنِ طولانی مدت می تواند به مشکلات قابل توجه تری منجر شود. برای چشم ها، که حساس تر از پوست هستند، به طور معمول یک مشکل جدی تنها از در معرض قرار گرفتن طولانی مدت با غلظت بالایی از سورفکتنت بدون شستشوی فوری و فراوان چشم با آب ناشی ایجاد می شود. مسمومیت حاد دهان و دندان در سورفکتنت کم است. آزمون های متعدد سمیت مزمن ایمنی کلی نشان داده اند. از طریق خوردن در دراز مدت، و یا از قرار گرفتن مداوم روی پوست هیچ گونه فعالیت سرطان زایی نشان داده نشده است.

به منظور کاهش اثر منفی خشک کنندگی و یا التهاب ناشی از آنیونی ها بر روی پوست، سورکتنت های آمفوتری یا زویتر آنیونیک به محصولات مایع (مثل شامپو ها، یا محصولات ظرفشویی) اضافه می شود. این مواد بار مثبت را حمل می کنند و به سادگی با آنیونی ها مخلوط می شوند، و لذا از جذب شان بر روی پوست ممانعت می کنند.

سازنده ها– سازنده های عمده فسفات ها، زئولیت 4A، و سیلیکات آبدار نیتریلو تری استات (NTA) هستند. سدیم تری فسفات (STPP) غیر سمی است، اما خوردن مقادیر زیاد آن مشکلاتی ایجاد می کند که به دلیل بالا رفتن سطح pH در محلول های غلیظ است.

مطالعات سم شناسی بسیار شدید در زئولیت 4A انجام شده است. خوردن آن هیچ مشکل مسمومیت حادی ایجاد نمی کند، و نیز سرطان زا نیست. تماس با چشم هیچ مشکلی، بزرگتر از آن با هر جسم خارجی دیگر مانند گرد و غبار در بر دارد، به شمار نمی آید. استنشاق آن بیماری هایی مانند سیلیکوزیس ایجاد نمی کند. بنابراین می توان گفت که مشکلات سمیت برای مصرف کنندگان و یا کارگران زئولیت وجود ندارد. NTA اثر بسیار کمی بر پوستی دارد که اغلب در معرض کالا قرار دارد، اما می توان گفت که حساسیت زا نیست. استنشاق و بلع آن سمیت حاد ضعیف ایجاد می کند.

آنزیم ها- آنزیم های مورد استفاده در مواد شوینده هیچ مشکلِ سم شناسی ایجاد نمی کنند. اما مثل همه پروتئین ها، ممکن است در برخی از افراد واکنش های آلرژی زا، از طریق تماس مستقیم و یا استنشاق امکان پذیر است.

در مورد مصرف کنندگان، هر گونه خطر استنشاق آنزیم توسط کاربر می تواند تخفیف یابد زیرا که آنزیم ها ی موجود در شوینده در قالب گرانول های قوی گنجانیده شده اند. تنها خطر ابتلا به آلرژی از تماس طولانی مدت پوست و محلول شوینده حاوی آنزیم بوجود می آید. با این حال، خطر ابتلا کوچک است به این دلیل که هیچ ارتباطی بین افزایش در واکنش های آلرژیک و استفاده از آنزیمِ شوینده تا کنون پیدا نشده است. بنابراین می توان نتیجه گرفت که آنزیم سبب سوزش پوست نمی شود، و نیز واکنش های آلرژیک را تشدید نمی کند.

در مورد کارگران، تماس طولانی مدت یا استنشاق مقادیر زیادی از گرد و غبار آنزیم می تواند باعث ایجاد واکنش های مبتلا به آسم، علاوه بر التهاب و آلرژی ذکر شده در بالا شود. این مسئله زمانی پدیدار می شود که کارگران در محل کار با آنزیم روزانه در تماسند، همین دلیل است که تولید کنندگان عموماً موسسه مراقبت های ویژه برای حفاظت از سلامتی کارگران خود دارند.

۱۱-۴ شستشو در صنایع غذایی و بهداشتی

شستشو عبارت است از، جدا سازی اجرام قابل دید و یا باقیمانده مواد غذایی از روی سطوح مورد نظر، از بین بردن باقیمانده های مواد غیر غذایی، مانند مواد بسته بندی ، اجرام غیر غذایی و ...

لذا، شستشوی صحیح عملیات دقیقی است که به تنهایی سبب از بین بردن ۹۹/۹٪ از میکروارگانیسم های موجود می شود. با انجام شستشو ، جدا شدن میکروارگانیسم ها از محل تغذیه اشان سبب خواهد شد.

اهمیت انجام شستشو، باعث ضمانت خلوص محصول، سبب بازیابی توانایی سیستم برای کار در بهینه ترین وضعیت خود، و نیز باعث کارکرد طولانی تر در ادامه فرآیند می شود.

عوامل اصلی موثر در فرآیند شستشو عبارتند از: مواد شیمیایی، دما، زمان، عملیات مکانیکی، نوع و جنس اجرام، جنس مکان یا جسمی که شستشو می شود.

قابلیت های لازم برای شوینده ها- قابلیت حل کردن اجرام، قابلیت معلق سازی اجرام، قابلیت همسازی (هماهنگی) با جنس چیزی که شستشو می شود، مضر نباشد، قابلیت استفاده آسان، و بوی مطبوع و قابل قبول.

۱۱-۴-۱ روش های استفاده از مواد شوینده و ضدعفونی کننده

۱-پاکسازی دستی با استفاده از پارچه ،اسفنج ، برس و ...؛ ۲-پاکسازی با ایجاد پوشش کف به مدت ۳۰-۱۵ دقیقه بر روی سطوح بصورت لایه نازک و یکنواخت برای اماکن بزرگ (کف پایدار)؛ ۳-بصورت ژل؛ ۴-اسپری؛ ۵-مه پاشی (Fogging)؛ ۶- استفاده از ماشین؛ ۷- شستشوی درجا یا **CIP** (cleaning in place).

۱۱-۴-۲ حرارت مطلوب

دمای ایده آل آب برای تمیز کردن و شستشو محل کارخانه به صنعت مورد نظر بستگی دارد و البته به اثرات منفی و انرژی مورد نیاز برای گرم کردن آب نیز بایستی لحاظ گردد. به عنوان مثال، بهترین دمای آب با توجه به جنبه های اثر بخش و اقتصادی در کشتارگاه ها و کارگاه های گوشت قرمز ۶۰ تا ۶۵ درجه و کارگاه های ماهی حدود ۳۵ درجه بعلت پائین بودن درجه انعقاد پروتئین های ماهی می باشد.

۱۱-۵ سیستم های تمیز کننده

در صنایع غذایی، آشامیدنی، و یا دارویی، بایستی به نحوه تمیز سازی در فرآیند آشنا بود. مشکل تمیز سازی می تواند عواقب شدید را به دنبال داشته باشد، مانند: محصولات ناامن، جریمه توسط FDA ، تاخیر در تولید، مفقود شدن یا خسارت دیدن محصول، معزول کردن محصول، و گزارش بد برای نام چند محصول.

امروزه تولید کنندگان در حال تهیه راه هوشمندانه تری هستند تا مطابق اصول بهداشتی عمل کرده و امکانات و تجهیزات خود را برای به حداقل رساندن خطر تمیز کنند. سیستم های پاکسازی در جا (CIP, Clean In Place) و پاکسازی خارج محل (COP, Clean Out of Place) نقش بزرگی در اینجا بازی می کنند. لذا، درک آنچه که این دو سیستم چه هستند مهم است. از این رو دو سیستم مذکور را در زیر با جزئیات بیشتری بررسی می کنیم.

۱۱-۶ سیستمCIP

سیستم CIP معمولا به معنای سیستمی برای تمیز کردن سطوح داخلی تجهیزات فرآیندی است. تجهیزات مانند مخازن، لوله ها، و پمپ ها می باشند. این معمولا یک سیستم بسیار پیچیده، با سنسور، مبدل های حرارتی، پمپ ها و مخازن می باشد، این سیستم موثر ترین و تکرار پذیر ترین تمیز کردن را به کاربر تقدیم می کند.

۱۱-۶-۱ ویژگی های سیستم CIP

توسط کنترل گرهای منطقی قابل برنامه ریزی (PLC) کنترل می شوند؛ آنها معمولا در فرآیند اتوماسیون کارخانه یکپارچه هستند تا ایمنی به هم پیوسته امکان پذیر شود؛ آنها اغلب به سیستم SCADA (نظارت، کنترل و اکتساب داده) می شود تا به اپراتور اجازه دهد تا عملیات را از مانیتور مشاهده و مدیریت کند؛ اکثر برنامه هایCIP با گزینه های محافظت برای تغییر پارامترهای عملیاتی خاص امن هستند.

۱۱-۶-۲ عملکردهای اصلی سیستم هایCIP

- برای شستشو و تمیز نمودن درون ماشین آلات فرآیند مواد غذایی مایع جهت رسیدن به سطوح مطلوب بهداشتی بدون نیاز به جدا نمودن اجزاء هر ماشین و کل خط و همچنین بدون نیاز به عملیات دستی.
- ایجاد و تامین سیستمی برای شستشوهای مرتب و قابل تکرار به صورت کاملا اتوماتیک و قابل برنامه ریزی (با زدن یک کلید)، زمان، دما، مواد شیمیایی، عملیات مکانیکی.

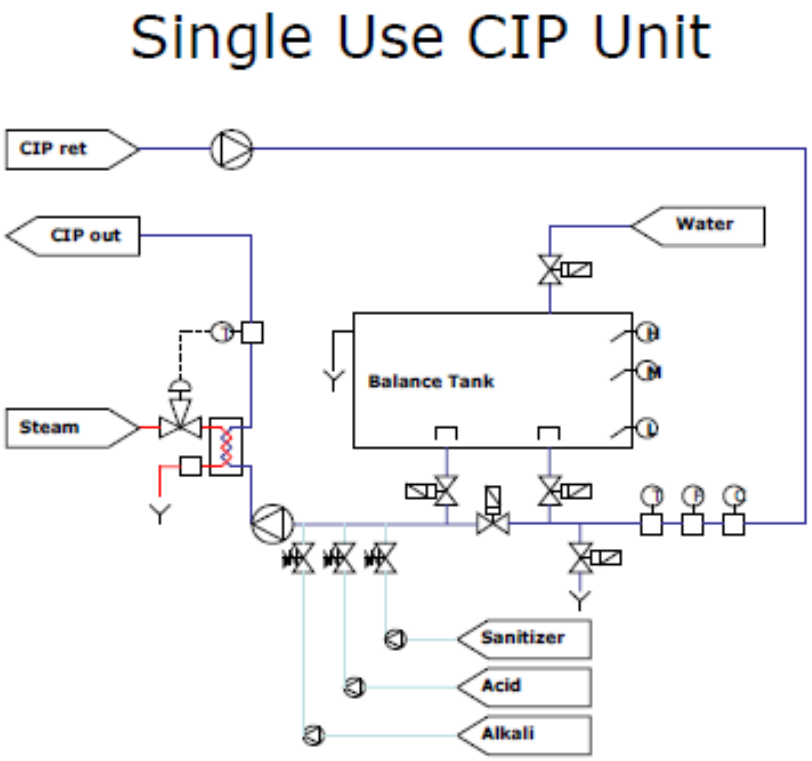
اجزای سیستم های CIP عبارتند از اجزایی که باید تمیز شوند (مخزن ها، خطوط فرآیند، دستگاه های بین خطوط مانند مبدل های حرارتی)، اتصالات بین خطوط، و واحد (CIP) (شامل: تانک ها، والوها، پمپ، سیستم دوزینگ مواد شیمیایی، ابزارهای مونیتورینگ، سیستم کنترلی).

نحوه کار بخش های اصلی CIP: واحدهای CIP به عنوان مخازن ذخیره و پشتیبان محلولهای شستشو عمل می کنند. غلظت و دمای شوینده توسط این واحدها تنظیم می شوند. پمپ خروجی واحد CIP به عنوان نیروی محرکه اصلی، نیروی لازم برای عملیات مکانیکی شستشو را فراهم می سازد. فشار و شدت جریان محلول شستشوی ارسالی از واحد CIP بر اساس قسمتی که شستشو می شود متفاوت خواهد بود. برای برگشت محلول های شستشو به سیستم CIP از نیروی محرکه پمپ برگشتCIP استفاده می شود.

عوامل مکانیکی در CIP جهت شستشو توسط دو **فاکتور فشار و جریان** مشخص می گردند. این عوامل در زمان شستشوی لوله ها با فاکتور **سرعت جریان** مشخص می گردند. هر چه سرعت عبور جریان محلول شستشو بالاتر باشد، عملیات مکانیکی قویتری اتفاق می افتد. کمترین میزان سرعت مورد نیاز برابر با ۱/۵ m/sec است ، اما معمولا در طراحی ها ی سیستم CIP با سرعتm/sec ۲/۰در نظر گرفته می شود.

عملیات مکانیکی درCIP - در شستشوی مخازن بر اساس نوع آنها از توپ های اسپری (Spray ball) متفاوتی استفاده می شود. سر اسپری های دوار با فشار بالا- بسته به تاثیر جت اسپری به ایجاد عمل مکانیکی، از این رو تاثیر فاصله و فشار به عوامل مهم در انتخاب تبدیل می شوند. به طور معمول فشار اسپری در سر اسپری نباید کمتر از ۵ بار باشد. در زیر طرحواره یک واحد سیستم CIP به نمایش گذاشته شده است.

ابزار دقیق CIP- در واحد CIP انواع دستگاه های کنترلی جهت اندازه گیری پارامترهای حیاتی CIP نصب و تطبیق می گردد. پارامتر های حیاتی عبارتند از سرعت جریان، فشار، هدایت و دما. سپس دستگاه کنترلی به سیستم کنترل CIP سیگنال ارسال می کند که نشان دهنده وضعیت فعلی است که اجازه می دهد سیستم یا شرایط نامطلوب را اصلاح کند یا به طور متوالی هشدار دهد که آنها اصلاح شده نیستند.



۱۱-۶-۳ مزایای سیستم های CIP

- بسیار سریع تر از تمیز کردن دستی هستند،
- فشردگی کار کمتر است، جداسازی قطعات یا سرهم بندی ندارند،
- نتایج بسیار قابل تکرار است،
- مستند سازی می گردد،
- برای کارگران امن تر است ، قرار گرفتن در معرض مواد شیمیایی کمتر می باشد،
- برای مدیریت هزینه های آب و مواد شیمیایی به طور موثر کمک می کند.

از **معایب** سیستم های CIP این است که هزینه های اولیه این سیستم ها بالا است.

۱۱-۷ سیستم COP

سیستم COP برای تمیز کردن قطعاتی از تجهیزات استفاده می شود که توسط سیستم CIP متأثر نمی شوند. تجهیزات می تواند شامل اتصالات، و بست ها، ظروف حمل و نقل کالا، دریچه مخزن، روتور پمپ، پروانه، و

پوشش، شیلنگ، و غیره باشد. همچنین ممکن است این نوع از سیستم در شرایطی استفاده شود که تجهیزات فرایند نیاز به جدا شدن برای تمیز کردن دارند، به طور معمول تجهیزاتی که کوچک، یا پیچیده هستند، و یا تمیز کردن آنها مشکل است. سیستم COP همچنین می تواند در رابطه با تمیز کردن دستی هنگامی استفاده شود که یک سیستم CIP در بودجه نیست.

۱۱-۷-۱ مزایای سیستم های COP

- معمولا سرمایه گذاری پایین تر از سیستم هایCIP نیاز دارد.
- ارائه نتایج سازگار،
- صرفه جویی هزینه نسبت به تمیز کردن دستی، صرفه جویی در زمان، مواد شیمیایی، و آب مصرفی را فراهم می سازد،
- قرار گرفتن اپراتور را در معرض دماهای بالا و غلظت مواد شیمیایی قوی به حداقل می رساند

۱۱-۷-۲ معایب سیستم های COP

در شرایطی که یک سیستم CIP می تواند مورد استفاده بگیرد، قطعاً سیستم های COP پرزحمت تر (جداسازی قطعات و سرهم) است،

• بارگیری / تخلیه شستشو کننده COP