صناعة المنظفات

المنظف (Detergent) مزيج من مركبات متنوعة أولها مركب ذو فاعلية سطحية يزيل المواد العالقة بسطوح ألياف النسيج أو غيرها مما يغسل بالمنظف ويبعدها عن تلك السطوح فيحول دون علقها بها . والمركبات الأخرى في المزيج لها أفعال مختلفة في التنظيف وفي تكوين مزيج المنظف وفي المياه وفي النسيج المنظف وغير ذلك .

الفاعلية السطحية Surfaction

المركب ذو الفاعلية السطحية (Surfactant) يزيل الشد السطحي للماء أو المحلول الذي يكون فيه . ويزيل الصابون كذلك الشد السطحي ، على أن للمركبات ذات الفاعلية السطحية في المنظفات فعل يختلف عنه في الصابون .

ان لسلسلة الجزيء الواحد من المركب ذي الفاعلية السطحية نهايتين مختلفتين . فاحداهما تميل الى دقائق التراب أو غير ذلك من المواد العالقة بليف النسيج أو بغيره مما يغسل بها فتحيط بالدقائق ، والثانية تميل الى الماء أو المحلول فتبتعد عن تلك الدقائق الى الماء أو المحلول . وتعرف الثانية بالمائلة الى الماء أو الهيدروفيلية (Hydrophilic) . أما الأولى فتعرف بالمائلة عن الماء أو الهيدروفوبية (Hydrophobic) .

وفي التنظيف ينفذ المحلول أولا الى الليف أو غيره فيحيط بما رسب عليه أو علق به ، ويصل بذلك المركب ذو الفاعلية السطحية الى أجزاء الليف وتتجه النهايات الهيدروفوبية الى دقائق التراب أو غيرها من المواد العالقة بالليف فتحيط بها وتميل عن

الماء . وتتجه النهايات الهيدروفيلية نحو الماء أو المحلول وتسحب معها دقائق التراب أو غيرها الى الماء أو المحلول فتبعدها عن الليف فلا تترسب أو تركد فوقه . واذا أضيف الى فعل جزيء المنظف هذا ذي الفاعلية السطحية العمل اليدوي أو الميكانيكي في الغسل كانت ازالة الأوساخ والحيلولة دون أن تعلق بالنسيج أو غيره مرة ثانية .

فالمنظف اذن يزيل الأوساخ عن ألياف النسيج أو غيرها ويبقي ما يزيل عالقا أو مذابا .

مركبات الفاعلية السطحية

تتكون مركبات الفاعلية السطحية من طرفين مختلفين كما بينا . ان الطرف الميال عن الماء - الهيدروفوبي - يكون عادة هيدروكاربون من ثمان (٨) ذرات الى ثمان عشرة (١٨) ذرة كاربون في سلسلة مستقيمة أو متفرعة . وقد تدخل حلقة بنزين محل ذرة أو أكثر من ذرات الكاربون في السلسلة . أما الطرف الميال الى الماء - الهيدروفيلي - فقد يتنوع وان منه الانايوني والكاتايوني وغير ذلك . مثال الانايوني صلفونات بنزين الالكيل (Alkylbenzene Sulfonate) ، وتنتهي بمجموعة الصلفنة ($-O\,SO_3^-$) ، وانها المجموعة التي ينتهي بها جزيء المركب الأكثر استخداما في صناعة المنظفات . ومن أمثلة الكاتايوني بروميد سيتيل ثالث مثيل الامونيوم (Cetyltrimethylammonium bromide) المنتهي بمجموعة ($-N(CH_3)_3^+$) ورمزه الكيميائي $C_{12}H_{25}N(CH_3)_3Br$

تحضير صلفونات بنزين الالكيل

المادة الأساس في تركيب الصلفونات هي هيدروكاربون من سلسلة الكيروسين

من جزيء الاثنتي عشر (١٢) ذرة كاربون ($CH_3(CH_2)_{10}CH_3$) ، أو أربع عشرة (١٤) ذرة أو ست عشرة (١٦) أو غير ذلك .

يكلور الهيدروكاربون ويربط به جزيء من البنزين (C_6H_6) بتفاعل فريدل كرافتس (Friedel- Crafts) وبآز كلوريد الالومنيوم فينفصل كلوريد الايدروجين ويتكون بنزين الالكيل كما في المعادلة التالية :

$$CH_3(CH_2)_{10}CH_2Cl + \bigcirc \xrightarrow{AlCl_3} \bigcirc\!-CH_2(CH_2)_{10}CH_3 + HCl$$

ثم يصلفن بنزين الالكيل بتفاعل مع ثالث أوكسيد الكبريت أو مع حامض الكبريتيك الزيتي (Oleum) .

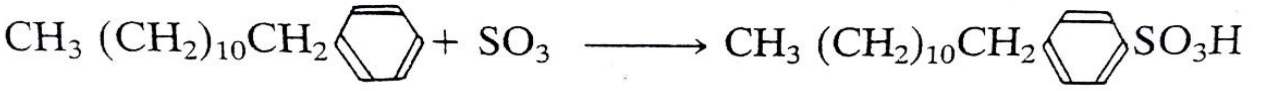
تجرى الصلفنة بثالث أوكسيد الكبريت في الجفاف . فالهواء الداخل الى وحدة انتاج ثالث الاوكسيد يجفف بامراره على سيليكا هلامية بدرجة حرارة خمسين (٥٠) مئوية قبل استخدامه في حرق الكبريت وفي أكسدة ثاني أوكسيد الكبريت الى ثالثة . وتجفف السيليكا الهلامية الهواء تجفيفا تاما . واذا لم يكن الهواء كامل الجفاف فان بعض الاوكسيد يتحول الى حامض زيتي فيؤثر ذلك في الصلفنة بطريقة ثالث الاوكسيد . كذلك يكون بنزين الالكيل المستخدم في الصلفنة جافا .

يبرد غاز ثالث أوكسيد الكبريت الى درجة سبعين الى ثمانين (٧٠ - ٨٠) مئوية ويرسل الى جهاز اعصاري لفصل ما يكون فيه من الحامض الزيتي ثم الى جهاز الصلفنة ، فيضخ في أعلاه ويرسل بنزين الالكيل في أسفله . وتجري الصلفنة على مرحلتين . ففي الأولى يفاعل ثالث أوكسيد الكبريت بدرجة حرارة أربعة وستين (٦٤) مئوية مع بنزين الالكيل ، ويرج السائل ويتحول الى لون أسمر . وتبلغ نسبة الصلفنة في نهاية هذه المرحلة خمسة وثمانين (٨٥) بالمائة .

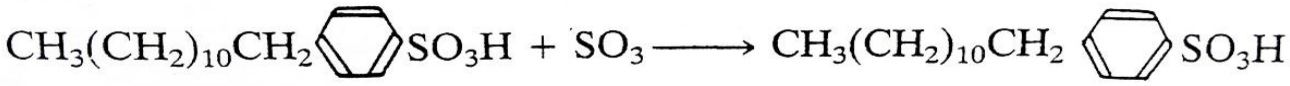
ان الصلفنة تفاعل يعطى حرارة ، لذلك يبرد السائل بماء تبريد درجة حرارته اثنان وخمسون (٥٢) مئوية . وان المطلوب أن تكون الصلفنة أحادية ، ويحال دون حدوث صلفنة ثنائية .

في المرحلة الثانية يرسل المزيج الى مفاعل ثان ويضاف ثالث الاوكسيد وتستمر الصلفنة وتبلغ نسبتها في هذا المفاعل ثلاثة عشر (١٣) بالمائة . وتبقى في ناتج الصلفنة نسبة صغيرة في الألكيل غير مصلفنة . وتقدر نسبة الصلفنة في الناتج بستة وتسعين الى ثمانية وتسعين (٩٦ - ٩٨) بالمائة .

يرسل الالكيل المصلفن الى حوض تثبيت وفيه تضاف نسبة واحد بالمائة تقريبا من الماء الى الالكيل فينفصل ما يكون قد تبلمر من المادة الهيدروكاربونية . وفيما يلي تفاعل الصلفنة :



وفي حالة الصلفنة الثنائية يكون التفاعل كما يلي :



وتعادل صلفونات بنزين الالكيل بالصودا الكاوية الى صلفونات الصوديوم ($CH_3(CH_2)_{10}CH_2C_6H_4SO_3Na$) وتبرد . ويجري التعادل بسرعة وذلك لضبط اللزوجة . وتتولد بالتعادل كمية كبيرة من الحرارة . وتحول الصلفونات بالماء الى حساء يحتوي على ثمانية وأربعين (٤٨) بالمائة من المادة الفعالة . ثم تقصر بمحلول هيبوكلوريت صوديوم (Sodium Hypochlorite NaOCl) يحتوي على عشرة (١٠) بالمائة من الكلور القاصر . ويتراوح الرقم الايدروجيني (pH) في الحساء الأبيض بين سبعة وتسعة (٧ - ٩) . ويعطي الحساء رغوة في الاستخدام اضافة الى فعله المنظف .

المسحوق المنظف

يتكون مزيج مسحوق التنظيف بالاضافة الى صلفونات بنزين الالكيل من عدد من المواد لكل منها فعل في التنظيف أو في تكوين المزيج أو في عسرة الماء أو غير ذلك .

ان منها ما كانت بانية تزيد من قوة التنظيف ، ومنها ما تضاف لتخفيف تركيز الصلفونات ، ومنها المحسنة أو مما تساعد على تحويل مواد المزيج الى مسحوق . وان نسبة الفاعل السطحي في المسحوق المنظف هي في حدود خمسة وعشرين الى خمسة وثلاثين (٢٥ ـ ٣٥) بالمائة .

مما يتكون منه مسحوق التنظيف مواد لا فعل لها تضاف للتخفيف من تركيز المركب ذي الفاعلية السطحية . ومن هذه المواد ملح كلوبر (Glauber's Salt) وهو كبريتات الصوديوم عشارية الهيدرات ($Na_2SO_4.10H_2O$) وانها تعتبر حشوا في المزيج . وتتراوح النسبة المضافة منها بين العشرة والثلاثين (١٠ ـ ٣٠) بالمائة . ويستخدم رماد الصودا كذلك في التخفيف .

المواد البانية Builders

ان مما يدخل في تركيب المسحوق المنظف مواد بانية لها فعل في التنظيف ، وان من أولها وأهمها (عديدة) بوليفوسفات الصوديوم الثلاثية (Sodium Tripolyphosphate $Na_5P_3O_{10}$)

تنتج البوليفوسفات بمفاعلة الصودا الكاوية مع حامض الفوسفوريك بنسبة مولية خمسة وثلاثة أعشار (٣,٥) من أوكسيد الصوديوم (Na_2O) الى واحد من خامس أوكسيد الفوسفور (P_2O_5) وبموجب المعادلة التالية :

$$3H_3PO_4 + 5NaOH \longrightarrow NaH_2PO_4 + 2Na_2HPO_4 + 5H_2O$$

ويتحول الناتج بالكلسنة الى البوليفوسفات .

ان للبوليفوسفات فعلا منظفا في المنسوجات القطنية خاصة ، وهي تزيل الأوساخ غير العضوية . وانها تحول دون أثر العسرة وأيونات الكلسيوم والمغنسيوم الموجودة في الماء ودون تفاعل تلك الأيونات مع مركب الفاعلية السطحية . كذلك تحول دون

ترسب الأتربة فوق ألياف النسيج . وانها تساعد بذلك على خفض نسبة مركبات الفاعلية السطحية في المزيج المنظف مع الحفاظ على قوة التنظيف فيه . وتتوقف نسبة ما يستخدم منها على عسرة الماء ، وقد تتراوح بين عشرة الى عشرين (١٠ - ٢٠) بالمائة .

المواد الاضافية

من أولى المواد الاضافية سيليكات الصوديوم القاعدية ($Na_2O. XSiO_2$) وتضاف كاربونات الصوديوم في بعض الحالات . وللسيليكات فعل منظف الا أنها تضاف لمنع التآكل بمركبات المنظف ، ويتسبب التآكل عن الصلفونات . وتحفظ السيليكات أواني الالومنيوم بصورة خاصة ومعادن أخرى . وتضاف بنسبة تقرب من الخمسة عشر (١٥) بالمائة .

ان من مانعات التآكل ومانعات فقد البريق مركب ترايازول البنزين Benzene (Triazole ، وهو يحفظ معدن الفضة الالمانية بصورة خاصة . وله بعض فعل منظف .

وهناك مركب سليولوز الكاربوكسي مثيل (Carboxymethyl Cellulose) وهو من مانعات ترسب الاتربة فوق ألياف النسيج ويضاف بنسبة واحد الى اثنين (١ - ٢) بالمائة . كذلك مركب كبريتات توليوين الصوديوم (Sodium Toluene Sulfate) ويستخدم للحيلولة دون تكتل المزيج ولخفض لزوجة الحساء الذي يحول الى المسحوق . ان اضافة مركبات الفاعلية السطحية ترفع من لزوجة المزيج ويصعب لذلك ضخه الى أبراج التجفيف . وتضاف الكبريتات بنسبة اثنين الى ثلاثة (٢ - ٣) بالمائة .

ومن المواد المضافة الأصباغ اللاصقة وهي تضفي لمعانا على الأنسجة ، وتعرف كذلك بالقاصرة البصرية ، ذلك أن جزيئاتها التي تعلق بالنسيج تعكس لمعانا بسقوط الأشعة الضوئية عليها. وهي تضاف بنسبة عشر واحد الى عشرين (٠,١ - ٠,٢٠)

بالمائة . وهناك أصباغ الزرقة وهي التي تزيد من بياض النسيج فتغطي على ما ينشأ فيها من اصفرار . وهنالك كذلك التلوين ويراد به اظهار خصائص معينة في النسيج .

ويحتوي تركيب بعض المنظفات على مواد ينشأ عنها أوكسيجين عند الاستعمال فيقصر النسيج . ومن تلك المواد بربورات الصوديوم (Sodium Perborate) . ويجري الغسل بدرجة سبعين (٧٠) مئوية للحصول على القصر .

وهناك في الأخير المواد العطرية ، وهي أنواع عديدة تختلف في تركيبها وفي أريجها .

صنع المسحوق

يمزج حساء مركب الفاعلية السطحية مع بوليفوسفات الصوديوم الثلاثية والمواد الاضافية في جهاز مازج تتجانس فيه ، ويتهدرت (Hydrates) البوليفوسفات الى سداسي الهيدرات اذ يتفاعل مع الماء في المازجة ، وتنخفض نسبة الماء الى ما يتراوح بين خمسة وثلاثين وأربعين (٣٥ ـ ٤٠) بالمائة . ويثخن المزيج . وفيما يلي تفاعل الهدرتة :

$$Na_5P_3O_{10} + 6H_2O \longrightarrow Na_5P_3O_{10} \cdot 6H_2O$$

يضخ الحساء الى أعلى برج تجفيف اسطواني ويرش فيه فينزل على شكل رذاذ أو قطرات دقيقة . ويدخل هواء ساخن في أسفل البرج ويتجه الى أعلى بفعل ساحبة في قمة البرج ويدار الهواء في البرج على صورة مروحية حلزونية . وفي نوع آخر من الأبراج يجري الهواء الساخن باتجاه هبوط قطرات الحساء . في النوع الأول من الأبراج يأتي المسحوق الناتج متوسط الكثافة ، أما في النوع الثاني فيأتي قليل الكثافة . ويتحول الحساء الى الرذاذ في فتحات دقيقة ، يتراوح قطرها بين ملميترين وثلاثة مليميترات ونصف (٢,٠ ـ ٣,٥) يدفع فيها بضغط مائتي (٢٠٠) باون للانج المربع .

يتبخر الماء من قطرات الحساء فتنفذ الرطوبة من داخلها الى السطح ، واذا ما انخفضت الرطوبة فان قشرة جافة تتكون على سطح القطرة . ويزداد سمك القشرة وتهبط سرعة التبخر . وتخفض حرارة القطرة مع التبخر ، وينتهي التبخر من غير أن ترتفع درجة الحرارة وذلك للحيلولة دون الاضرار بالناتج .

يسقط المسحوق الجاف على ناقلة يتحول في نهايتها برافعة هوائية الى حيث تنفصل حبيباته الى دقيقة وخشنة . وتفصل الدقائق الصغيرة عن الهواء الخارج من البرج .

ان أول خصائص المسحوق الناتج كثافته الحجمية ، وهي الخصيصة التي تقوم وسائل الصنع على أسس من السيطرة فيها . وان العوامل التي لها علاقة بذلك هي درجة حرارة الهواء الساخن الداخل الى البرج وكمية الهواء وضغط الرش في أعلى البرج ونوع فتحات الرش وقطرها ونسبة الرطوبة في الحساء .

الانحلال البايولوجي Biodegradability

لقد نشأت بعد اتساع استخدام المنظفات اتساعا كبيرا واستخدام كميات كبيرة منها في الغسل والتنظيف الحاجة الى تحديد خصائصها الانحلالية البايولوجية بعد استخدامها ، كما تنحل محتويات مياه المجاري اعتياديا بالفعل الجرثومي ، وذلك على أساس من وجهي الانحلال وهما الانحلال بالمعالجة في مشاريع المجاري والانحلال الطبيعي في المجاري السطحية . وتبين أن مركبات الفاعلية السطحية تختلف في قابلية الانحلال البايولوجي ، فمنها ما ينحل ببطء ويترك متبقيا ومنها ما ينحل بسرعة انحلالا تاما .

وتبين أن خصيصة واحد في الانحلال تعتبر ثابتة هي أن مركبات الفاعلية السطحية التي تتكون من سلسلة هيدروكاربونية مستقيمة تنحل انحلال كاملا ومنها صلفونات بنزين الالكيل ، وان المركبات التي تتكون من سلسلة متفرعة ضعيفة الانحلال .