الكيماوي بلال عبد الوهاب الرفاعي ***Chem. Bilal A. Al-rifaii***

مستشار في الاتحاد العربي للصناعات النسيجية - مدرب التقنيات الصباغية في غرفتي صناعة دمشق وحلب

دمشق: هاتف: 3440538 011 ، حلب: 2262139 021 ، جوال: 584316 0944 - *b.rifatex@hotmail.com*

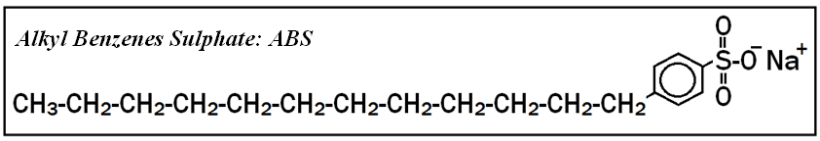
صناعة المنظفات

ألكيل بنزن سلفونات *ABS*: تعتبر سلفونات ألكيل البنزن *Alkyl benzene Sulphate: ABS* من أقدم المنظفات المعروفة، وعرفت كجيل أول من المنظفات، وتميزت برغوتها الكثيفة التي كانت تشكل عيباً بيئياً كبيراً بتشكيلها رغوة عالية في المجاري العامة بما يؤدي لتعطيل تفاعلات التحلل الحيوي ويرفع من قيم *BOD* بصورةٍ ملحوظة ما دعا الكثير من الدول لمنعها، ومع ذلك فقد شاع استخدامها لأسعارها المنافسة وفعاليتها العالية نسبياً بالنسبة لأنواع الصابون التقليدية.

ويتم اصطناعها ببلمرة البروبيلين للحصول على سلسلة الدوديسين " رباعي البروبيلين " أو ما يعرف بالتترامر *Tetramer*، نتبعها بتفاعل تكاثف بين التترامر والبنزن بوجود عامل مساعد للحصول على دودويسيل البنزن.

ومن ثم يعالج دودويسيل البنزن بعامل مسلفن " غاز ثالث أكسيد الكبريت SO_3 مع التبريد، أو بحمض الكبريت المدخن المعروف بالأوليوم $H_2S_2O_7$ بدرجات الحرارة العالية، أو بحمض الكبريت H_2SO_4 بحرارة (80˚م) "، فتفاعل تعديل للحصول على الملح الصوديومي لحمض السلفون الناتج أو المادة الفعالة للمنظفات الصناعية:

Alkyl Benzenes Sulphate: ABS



ويتواجد هذا المنتج على شكلين: سلسلة خطية سهلة التحلل يطلق عليها مصطلح " سوفت "، وسلسلة متشعبة أكثر فعالية تنظيفية وصعبة التحلل يطلق عليها مصطلح " هارد ".

تركيب المنظفات المنزلية: تمزج المادة الفعالة عادة مع مجموعة من المواد الأخرى، فمنها ما يُطلق عليه اسم مواد البناء *Builders* وأخرى يُطلق عليها اسم المواد المالئة *Filler*، والمهمة الأساس لمواد البناء إبطال فعالية شوارد الكالسيوم والمغنيزيوم وتحويلها لمركباتٍ ذوابة، ونرى في الجدول التالي تركيبة معتمدة عالمياً لمسحوق منظف منزلي:

تركيب منظف منزلي		
المادة	%	الفعالية
مادة منظفة فعالة	*15-20*	منظف
ثلاثي بولي فوسفات الصوديوم	*20-50*	عامل تحلية من شوارد القساوة
بيربورات الصوديوم	*1-15*	مؤكسد للتبييض " مولد أكسجين فعال "
سيليكات الصوديوم	*5-10*	مضاد صدأ
صوديوم كربوكسي سيليلوز	*0.5-3*	مضاد ترسب
مواد مزهرة	*0.3-0.8*	مبيض ضوئي
مواد مالئة	*5-25*	لخفض الكلفة

موانع رغوة	ما يلزم	ترتبط كمياتها بفعالياتها
رطوبة	*8-15*	/

ومن الضروري التنويه للدور المزدوج لثلاثي تري فوسفات الصوديوم الذي يلعب دوراً آخر علاوة عن دوره كعامل تحلية لشوارد القساوة، فهو يساهم بعملية التنظيف بضبطه لقلوية المحلول.

ظاهرة الغرويات والفعالية السطحية للمنظفات السائلة

Colloidal and Surface Phenomena of Liquid Laundry Detergent

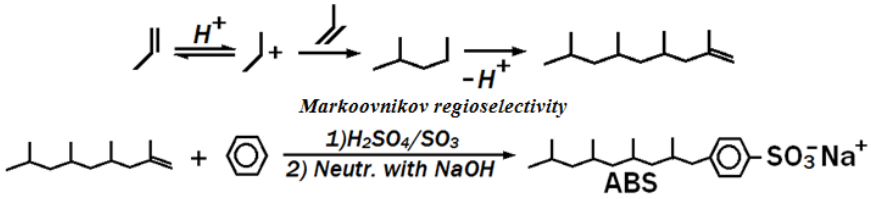
CE 457-527, Dr. Alexandridis, 9/April/2002

Daniel Boek, Erika Indivino, Katherine Marso, Karey Smollar

مترجم بتصرف

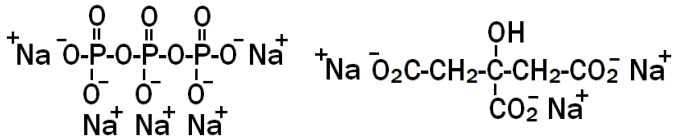
مقدمة تاريخية: تغيرت تقنيات عمليات التنظيف عبر الزمن تغيراتٍ كبيرة، فانتقلت من الشكل الميكانيكي الصرف للبقع السهلة الإزالة والحلولة بالماء، لتتطور للبقع الأصعب إزالة مع اصطناع الصابون في القرن الخامس عشر.

وتم اصطناع الصابون بتفاعل ماءات الصوديوم للشحوم الحيوانية أو الدسم النباتية، لذا لم يسبب الصابون أي أذى للبيئة، ولكنه كان عالي الكطلفة من جهة، وسهل التأثر بقساوة المياه من جهة أخرى، إذ يتفاعل الصابون مع شوارد الكالسيوم والمغنيزيوم ليشكل رواسب كلسية ومغنزيومية، ما دفع لاصطناع واعتماد ألكيل بنزن سلفونات *ABS* كمادة منظفة بديلة للصابون العادي، وعالي الرغوة، ويبين الشكل (1) طريقة اصطناع ألكيل بنزن سلفونات *ABS*:



الشكل (1): اصطناع الكيل بنزن سلفونات الصوديوم من النمط *ABS*

لذا يتم توجيه إنتاج ألكيل بنزن سلفونات الخطية من بين المنظفات التركيبية تجارياً بطريقة زيغلر. واستخدمت المنظفات الأولى بشكلٍ رئيس في غسيل الملابس وغيرها، واستخدمت عام 1946 المنتجات الأولى كمنظفات، وتنامى إنتاج المواد الفعالة سطحياً ومواد بناءها ازداد بشكلٍ كبير لفعالياته الأعلى في إزالة البقع، فاستخدم ثلاثي فوسفات الصوديوم *STP* كمواد بناء أكثر فعالية، وانحسر من عام 1960 بسبب المشاكل البيئية التي بدأت تظهر في الأنهار من نموٍ زائدٍ للطحالب، وبالتالي ارتفاع أرقام الطلب الكيماوي للتحلل الحيوي *BOD*، واستبدل بليمونات الصوديوم *NaCit* كمادة عالية الفعالية وأكثر صداقة للبيئة والذي ما زال يستخدم حتى اليوم.



ثلاثي فوسفات الصوديوم *STP* ليمونات الصوديوم *NaCit*

الشكل 2

وتم اعتماد الإضافات الحديثة في المنظفات الصناعية لتحقيق متطلبات الزبائن، وراج استخدام المنظفات السائلة في الولايات المتحدة الأمريكية التي امتلكت أسواقاً واسعة لها وتحت مصطلح *(Heavy- Duty detergents (HDL*، وفي عام 1970 اتسعت أسواق المنظفات السائلة في العالم، وكانت المنظفات حينها لا تحتوي على مواد قاصرة وأكثر فعالية في إزالة بقع الزيت بدرجات الحرارة المنخفضة، وتمت متابعة أبحاث تطوير المنظفات لتحقق متطلبات الزبائن بالتوازي مع صداقتها للبيئة، وتجاوزت أرقام مبيعات المنظفات السائلة أرقام مبيعات مساحيق المنظفات خلال عشر سنوات، ثم تساوت مبيعات النمطين في أسواق الولايات المتحدة، في حين أن المنظفات السائلة لم تتجاوز نسبة 13% في أوروبة، ووجد الزبائن أن المنظف السائل أسهل استخداماً وأفضل نتيجة.

هدف الدراسة: تعتبر المنظفات حاجة ضرورية لجميع أفراد العائلة، وتتميز المنظفات السائلة بشعبية كبيرة لفعاليتها العالية في تنظيف مجمل أنواع الملوثات من بقع وغبار و... علاوة عن تأثرها الضعيف بشوارد المياه القاسية من كالسيوم ومغنيزيوم والتي تتسبب بتراجع فعاليات أنواع الصابون العادية، إذ تتفاعل أنواع الصابون العادية لتتسبب ببعض الترسبات على الملابس المراد غسلها، في حين أن استخدامها يهدف للتخلص من البقع الزيتية دون أية ترسبات جانبية، وبدأت تظهر فيما بعد تقنيات معالجة المياه، في الوقت الذي أُدخلت فيه على تركيب المنظفات بعض عوامل التحلية التي يمكنها ربط هذه الشوارد السامة بما يرفع من معدلات أداء العمليات التنظيفية، ويمكننا حل المنظفات السائلة بالماء ليصار إلى تحميلها على بعض أنواع البودرة بما يكفل منع إعادة ترسب البقع من جديد بفضل خواصها العالية على البعثرة، بما يكفل بقاء البقع معلقة في الماء ليصار إلى إزالتها في مرحلة الشطف.

لكمية رغوة المنظف أثناء الاستعمال أثر نفسي، ويؤدي وجود كمية قليلة من الرغوة لتراجع الفعالية التنظيفية نوعاً ما، وتؤدي بعض عمليات الشطف والعصير يؤدي لرغوةٍ ضعيفة، تحتوي منظفات الغسيل السائلة على مواد فعالة سطحياً ضعيفة الرغوة لضبط تراجع فعالية التنظيف، ولكن للمظهر الرغوي أهمية نفسية عالية عند الزبائن، ومن الضروري إضافة بعض العطور لتجنب روائح الكيماويات الداخلة في التركيب برغم عدم ملائمة بعض الروائح للبعض الزبائن، كما يتوجب أن يلبي لون المنظف رغبات الزبائن.

ومن الضروري الأخذ بعين الاعتبار الآثار البيئية الناجمة عن استعمال المنظفات فيما تخلفه بعد الاستخدام من كيماويات وأصبغة ومواد تجهيز نهائي للعمل على خفض آثارها الضارة قدر المستطاع كما هو حال المركبات الفوسفاتية التي تتسبب برفع الاحتياج الحيوي للأكسجين BOD، وتسعى الشركات للبحث عن البدائل الأقل ضرراً للبيئة.

تركيب المنظفات: يبين الجدول التالي أهم مكونات سوائل الغسيل المنظفة:

تركيب منظفات الغسيل السائلة			
المكون	النسبة المئوية	المكون	النسبة المئوية
مادة فعالة سطحياً شاردية سالبة	10-25 %	أنزيمات	0.5-1.5 %
مادة فعالة سطحياً لا شاردية	6-10 %	مبيضات ضوئية	0.5-0.25 %
صابون	4-6 %	مثبتات	ما يكفي
مواد بناء	15-30 %	عطور	ما يكفي
محلات	0-5 %	ماء	30-50 %
أغوال	0-5 %	المجموع	100 %

المواد الفعالة سطحياً: تعتبر المواد الفعالة سطحياً من أهم مكونات سوائل التنظيف، ويجب أن تكون حلولة بالماء ويمكننا نزعها من البضائع المغسولة، وأن تكون قادرة على خفض التوتر السطحي للماء، بالإضافة للتبليل، وتحتوي المواد الفعالة سطحياً على زمر محبة أو شغوفة للماء وأخرى كارهة له، بحيث يتألف المكون الأساسي للجزء الكاره للماء من ثمانية إلى ثمانية عشر كربون فحم هيدروجيني، يمكننا الحصول عليه من المواد الدسمة أو الدهنية، أو القطفات النفطية، والبوليميرات والأغوال الصنعية.

تصنف المواد الفعالة سطحياً في ثلاث مجموعات، شاردية سالبة، ولا شاردية، وشاردية موجبة، ونجد المواد الفعالة سطحياً الشاردية السالبة في أغلب المنظفات السائلة لفعاليتها العالية على إزالة البقع، في حين تستعمل اللاشاردية لتوطيد هذه الفعالية في العملية التنظيفية.

يعتمد اختيار المواد الفعالة سطحياً على مدى تأثرها بقساوة الماء، ومن الثابت أن مادة فعالة سطحياً مثل ألكيل أريل سلفونات *LAS* تمتلك مقاومة عالية تجاه شوارد القساوة، إذ تتراجع فعالية المواد الفعالة سطحياً التي تتأثر بقساوة الماء بتراجع مدى امتصاصها من قبل المواد المراد تنظيفها وتزايد تراكم طبقة فيلم على سطحها، ولا يمكن لمادة فعالة سطحياً وبمفردها أن تقوم بالعملية التنظيفية بصورة كاملة تقريباً، لذا فإننا غالباً ما نمزج مجموعة من العوامل الفعالة سطحياً لتأمين أكبر فعالية لإزالة أكبر قدرٍ ممكن من أنواع البقع الزيتية.

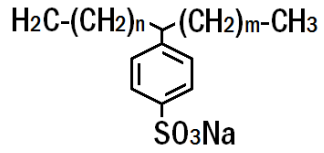
تتناسب فعالية المادة الفعالة سطحياً مع طول السلسلة، إذ يؤدي العدد الكبير من ذرات الكربون في جزيء المادة الفعالة سطحياً لازدياد امتصاصية المادة الفعالة سطحياً للبقع الزيتية، وتتوزع الزمر المحبة للماء فيما بين شاردية سالبة، ولا

شاردية، وشاردية موجبة، في حين تحوي على زمرٍ من الزمر الكارهة للماء، وتستخدم بشكلٍ خاص كعوامل مبعثرة للزيت في الماء.

تحتوي المنظفات السائلة على كمية كبيرة من العوامل الفعالة سطحياً السالبة الشحنة، ونجد منها ألكيل بنزن سلفات، ايتوكسيلات سلفات الأغوال، ألكيل سلفات والصابون، أما محاليل العوامل الفعالة سطحياً اللاشاردية فلا تمتلك شحنة كهربائية، في حين تعطي المواد الفعالة سطحياً الشاردية الموجبة محاليل موجبة الشحنة.

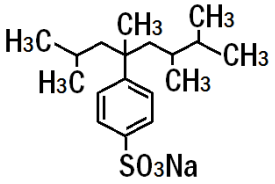
المواد الفعالة سطحياً الشاردية السالبة: يتم تحضير المنظفات بشكل رئيس من مواد فعالة سطحياً، ومن هذه المواد السالبة الشحنة نجد مثلاً: ألكيل سلفونات الصوديوم الخطية *LAS*، ألكان سلفونات *SAS*...

يتم اصطناع ألكيل السلفونات الخطية *LAS* من ترترسبروبلين بنزن سلفونات (*Ter trsproplynen benzene sulfonate: TPS*)، ويتشابه معظمها لتختلف بدرجة تشعب كل سلسلة فيه، ما يؤدي لتباينها في قابلية انحلاله وقابليته للتحلل وتأثره بدرجة حموضة الوسط.



Sodium linear alkyl sulfonate (LAS)

الشكل 3

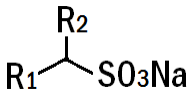


Tetra propylene benzene sulfonate (TPS)

الشكل 4

تمتلك الأنماط الأخرى من العوامل الفعالة سطحياً الشاردية السالبة مثل ألكان سلفونات انحلالية عالية جداً، وخواص تبليل ثابتة وسريعة إضافةً لثباتية عالية في الوسطين الحمضي والقلوي.

ويتم اصطناع ألكان سلفونات الثانوية *SAS* بطريقة السلفنة مع الكلورة أو السلفنة مع الأكسدة:



Secondary Alkane sulfonates (SAS)

الشكل 5

النمط الثالث من المواد الفعالة سطحياً الشاردية السالبة هو نمط الاولفين سلفونات *OAS* الذي يتم إنتاجه بتقنية الإماهة القلوية، وينفرد هذا النمط من العوامل الفعالة سطحياً بحساسيته المنخفضة جداً تجاه المياه القاسية، وتتعلق حساسيته هذه بطول سلسلته وبالتالي نسبة الزمر الكارهة للماء في المادة الفعالة سطحياً.

R_1: C_8-C_{12}, n= 1. 2. 3	R_1-CH_2-CH=CH-$(CH_2)_n$-SO_3Na	*Alkene sulfonates*
R_2: C_7-C_{13}, m= 1. 2. 3	R_2-CH_2-CHOH-$(CH_2)_m$-SO_3Na	*Hydroxy alkane sulfonates*
Olefin sulfoates (AOS) :الشكل 6		

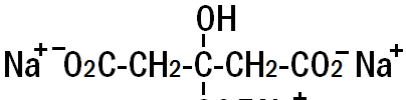
تتفوق هذه الأنماط من المواد الفعالة سطحياً على غيرها، ويمكنها إزالة جميع أنواع البقع الزيتية، وغالباً ما تستخدم ممزوجة مع غيرها من المواد الفعالة سطحياً، بما يمكننا من خفض كميات المواد الفعالة سطحياً المستخدمة لتطبيق العمليات التنظيفية وبالتالي الحد من عمليات التعبئة والتغليف.

المواد الفعالة سطحياً اللاشاردية: تعتبر المواد الفعالة سطحياً اللا شاردية إحدى المكونات الأساسية في تركيب المنظفات، وغالباً ما نجدها بكميات صغيرة مقارنة مع العوامل الفعالة سطحياً الشاردية السالبة.

يلعب هذا النوع أدواراً متباينة عند دخوله في تركيب المنظف، إذ تلعب المواد الفعالة سطحياً الشاردية السالبة دورها في التقاط البقع الزيتية الموجبة الشحنة، في حين يهدف استخدام المواد الفعالة سطحياً اللاشاردية على رفع ثباتية المحلول بحسب بناها الكيميائية، فهي تلتقط الجزيئات الصغيرة من جهة، وتمنع إعادة بعثرة هذه الجزيئات ما يحول دون امتصاصها من جديد من قبل الأقمشة.

مواد البناء: تلعب مواد البناء دوراً هاماً جداً في تحسين أداء المواد الفعالة سطحياً في عمليات التنظيف، فتدعم التخلص من قساوة الماء، وإعادة ترسب البقع والأوساخ...، ومن أهمها نجد مركبات: الفوسفات، السيليكات، الكربونات، والأكسجين، وتراجع الاعتماد على مركبات الفوسفات لأثرها البيئي السيء.

ويتم عزل شوارد الكالسيوم والمغنيزيوم عادة بربطها بمركباتٍ معقدة عبر مواد البناء مثل الليمونات ثلاثية الصوديوم التي تم اعتمادها في معظم المنتجات المنظفة:

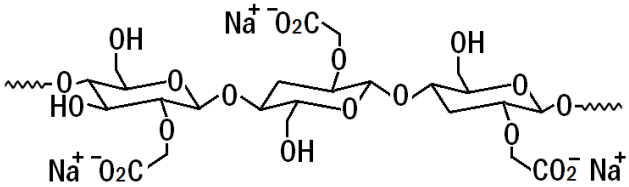


Trisodium Citrate (NaCit)

الشكل 7

وتشكل البقع الزيتية معقداتٍ مع شوارد القساوة في حال عدم وجود مواد بناء، ويمكن لهذه المعقدات أن تعود وتترسب بشكلٍ مشحون سلباً، ويمكن للزيوليت أن يكون مع مواد البناء غير المنحلة في الماء معلقاتٍ لا يتجاوز قطرها الـ 10 مكرومتر (10µm) صيغتها على الشكل $Na_2OAl_2O_3{*}4.5\ H_2O$، لتحل شوارد الكالسيوم والمغنيزيوم محل شوارد الصوديوم في بلورات الزيوليت، ما يمنع أن تشكل شوارد القساوة معقدات في محلول الغسيل.

مثبطات إعادة التوضع: تترسب المواد ذوات لشحنات المشحونة سلباً على البضائع التي لا تكتسب شحنة سالبة عند غمرها بالماء كما هي حال البولي استر، لذا نجد أنه من الضروري إضافة بعض المواد التي تحد من هذه الظاهرة مثل بوليمير كربوكسي ميتيل سيليلوز الصوديوم (*SCMC*) الذي يتراوح وزنه الجزيئي بين (20.000-500.000)، والذي ترتبط فعاليته بنوع الخيوط والإضافات المعززة للشحنة السالبة:



SCMC

الشكل 8

الأنزيمات: نعاني مع بعض البقع البروتينية التركيب مثل بقع الحليب والكاكاو والدم والبيض والمواد الدسمة صعوبة في قلعها من الخيوط مع المنظفات الخالية من الأنزيمات، وبخاصة إن سبق وجففت، وكذلك الحال مع البقع الغذائية النشوية الأساس، والبقع الدسمة والدهنية التي يصعب إزالتها عند درجات الحرارة المنخفضة، وأكثر ما يستخدم من الأنزيمات: بروتوليتيك والاميلويتيك والليبوليك أثناء عمليات الغسيل.

وتزايد إنتاج المنظفات الحاوية على الأنزيمات بسرعات عالية خلال السنوات الأخيرة، فمثلاً، عام 1969 تقريباً تم تسويق 80% من المنظفات الحاوية على أنزيم البروتياز كمضاف أساسي بالمنظفات، واليوم نجد أن المنظفات ذوات الأنزيم أكثر أماناً، وبالنتيجة، شاع إنتاج المنظفات في أوروبة وأمريكا الشمالية واليابان وبعض الدول الأخرى الحاوية على أنزيمات: بروتوليتيك، والاميلويتيك والليبوليتيك، وتعتمد المنظفات الأنزيمية التي تعتمد على الأنزيمات المهدرلة للببتيد، الغلوكوسيدات، أو الاسترات على التوالي.

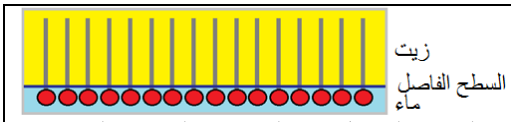
المبيضات الضوئية (*FWA*): تضاف للمنظفات السائلة لإكساب البضائع المغسولة المظهر الناصع، وهي عبارة عن مركبات عضوية تعمل بتأثير الأشعة فوق البنفسجية حتى المجال المرئي على الضوء الأزرق، مما يحد من ظهور اللون المصفر، ويتم تطبيق المبيضات الضوئية عادةً من خلال العمليات الصباغية، ومن أهم مجموعاتها الكيميائية نجد: مركبات الستلبين، الكومارين، البنزوأوكسازول، ومن أهم خواصها المطلوبة ثباتها على النور والغسيل والعوامل الكيميائية.

إزالة البقع: تعتبر إزالة البقع من البضائع أولى مهمات عملية التبليل ومن ثم خفض التوتر السطحي بين ماء حمام الغسيل والبقع الزيتية. وتجري معظم التفاعلات الكبيرة بين الماء والمواد الفعالة سطحياً أثناء تطبيق عملية الغسيل، بما يضمن لنا انفصال البقع عن الألبسة.

وتلعب الخواص الفيزيائية للماء ومكونات المنظفات أمراً جوهرياً، للقطبية بين البقع وماء الغسيل، وتقوم عملية التنظيف على خفض الاستقطاب والتوتر بينهما، ويمكن للمواد الفعالة سطحياً السالبة أن تشكل تكتلات، في حين تعمل المواد الفعالة سطحياً اللاشاردية بناء نظامٍ معلق.

تركيز المواد الفعالة سطحياً بين الماء – سائل، والماء – هواء، والماء – بقع بدون وجود خواص هيدروفيلية بشكلٍ كافٍ، وحدها جزيئات المواد الفعالة سطحياً اللاشاردية لا تمتلك استقطاباً مع الزمر الرئيسة، وتمتلك شحنة ساكنة تساعد على الارتباط بهذه الزمر الرئيسة.

يبين الشكل (9) بنية جزيء المادة الفعالة سطحياً، كما يبين طريقة توضع جزيئات العامل الفعال سطحياً على السطح الفاصل بين الماء والطور الزيتي:



السطح الفاصل بين الطورين المائي والزيتي — جزيئات المواد الفعالة سطحياً اللاشاردية

الشكل 9

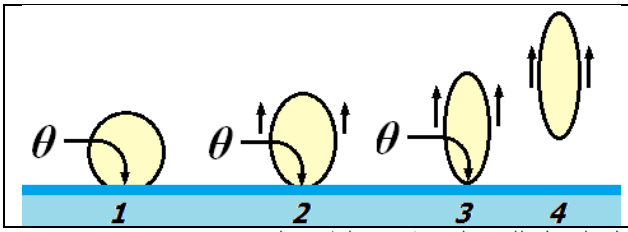
ونجد وقبل إضافة المواد الفعالة سطحياً لمزيج الماء مع الزيت أن الاتصال فيما بينهما ضعيف جداً، فتتموضع جزيئات المادة الفعالة سطحياً على السطح الفاصل، ليبدأ الارتباط بين الماء والزمر الفعالة، وبالمقابل يتزايد ارتباط السلاسل اللاقطبية للمادة الفعالة سطحياً بالطور الزيتي، ويبين الشكل (10) ما يجري على السطح الفاصل ما بين الماء والزيت:

الشكل 10: الزاوية ما بين الأطوار: ماء - زيت - بضاعة

توصف معادلة يونغ العلاقة بين الأطوار الثلاث على السطح الفاصل بينهما:

$$\text{Cos}\,\theta = \frac{\gamma_{FW} - \gamma_{FS}}{\gamma_{SW}}$$

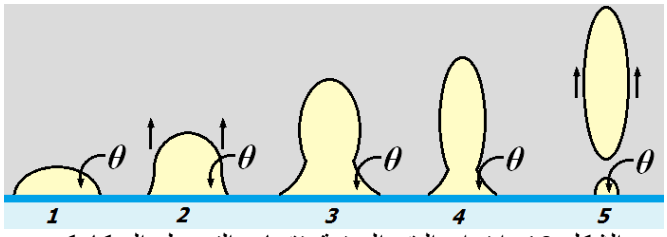
ويكون التوتر السطحي γ على السطح الفاصل مقابلاً للزاوية θ المبينة في الشكل (10) أعلاه، ويمكننا تصور ما يجري من تغيرات على السطح الفاصل بين الماء والزيت بحسب ما يوضحه الشكل (11):



الحالة	الزاوية θ	التوصيف
1	0	انتشار كامل
2	0-90	انتشار بسيط
3	90	عدم انتشار
4	/	انفصال

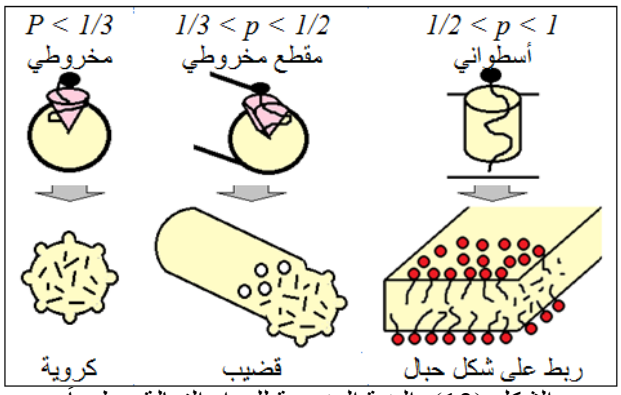
الشكل 11: الانفصال الكامل للبقع الزيتية عن الطور المائي

يمكننا في حال عدم إضافة المواد الفعالة سطحياً نزع البقع الزيتية بالطرق الميكانيكية، وتكون قيمة الزاوية θ موجبة ودون (90 °م)، ما يتسبب بتناقص مساحة التماس على الشكل التالي:



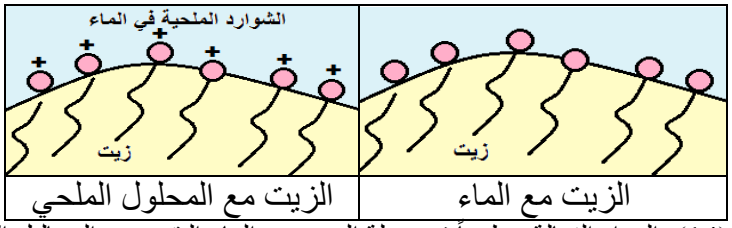
الشكل 12: انتزاع البقع الزيتية بتقنيات التحريك الميكانيكي

وتبدأ السلاسل الفحمية بوجود تراكيز عالية من المنظفات في المحلول المائي على الالتصاق بالبقع الزيتية وبالتالي العمل على حلها، ويختلف طول هذه السلاسل من منظف لآخر، ويتعلق بنوع المادة الفعالة سطحياً، ودرجة الحرارة، وبوجود الأملاح، وتتعلق خواص المواد الفعالة سطحياً بالمقطع العرضي للمادة الفعالة سطحياً في منطقة الزمر الفعالة (a_o)، والقيمة V لسلسلة الفحوم الهيدروجينية، وللطول الأعظمي (l_c) للسلسلة، بحيث تكون ($p=v/a_o l_c$). ويمكننا تبين هذه الخواص في الشكل 13:



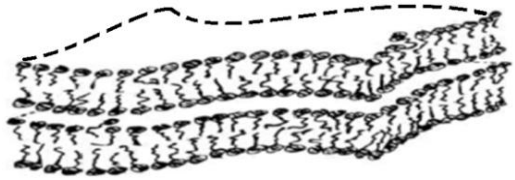
الشكل (13): البنية الهندسية للمواد الفعالة سطحياً

تكون الجزيئات الكروية بوجود المحاليل الملحية على شكل رقائق متعددة البنية بسبب وجود الشوارد الملحية التي تجذب الزمر الفعالة للمواد الفعالة سطحياً، وتتناقص قوى التنافر بين الزمر الفعالة على الشكل:



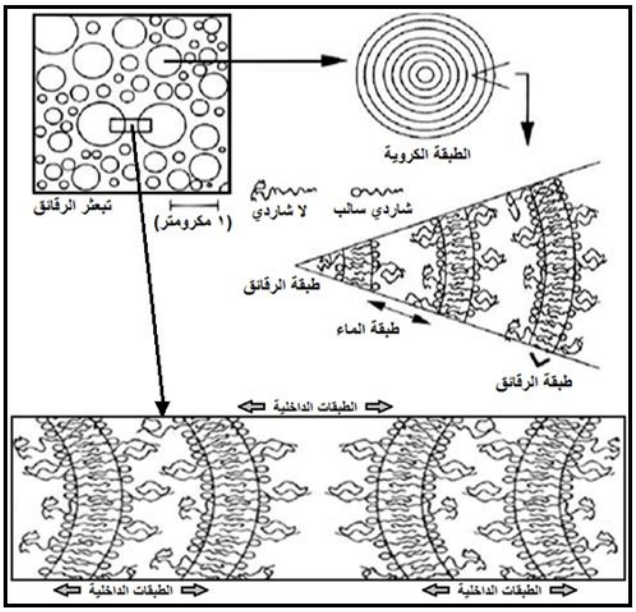
الشكل (14): المواد الفعالة سطحياً في جملة الزيت مع الماء النقي ومع المحاليل الملحية

ويتم تشكل رقائق من خلال المجاميع التي تتشكل على الصورة التالية:


الشكل (15): طور بلورات الرقائق السائلة المستمرة

وتلتحم أو تتكور عدة طبقات حول بعضها مشكلةً رقائق متعددة على شكل فقاعات ، ولتشكل طبقة مستمرة على شكل بلورات سائلة شبه ثابتة.

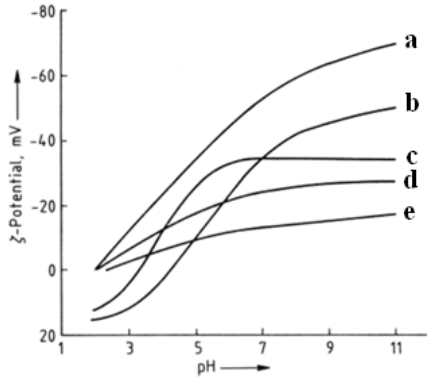
وترتفع هذه الطبقات في المحاليل الملحية لتشكل بنى على شكل طبقات كروية قوية كما يبين الشكل التالي:



الشكل (16): تكتل الطبقات

البقع الصغيرة: تصبح الشحنة الكهربائية للخيوط هامة جداً عند إضافة المواد الفعالة سطحياً، وعموماً، ويكتسب تكتل البقع والبيغمنت مع الخيوط شحنة سالبة بصورةٍ ملحوظة، ويبين المخطط التالي تغير كمون بعض الألياف مع تغير درجة الحموضة:

كمونات بعض الخيوط بتغير درجة الحموضة



الخط	a	b	c	d	e
نوع الخيط	صوف	نايلون	حرير	قطن	ڤيسكوز

الشكل (19)

على الرغم من ضرورة رفع درجة الحموضة pH لرفع أداء العملية التنظيفية، ولكنه لا يكفي لتحقيق قوى توتر ثابتة، ويتم امتصاص مواد فعالة سطحياً السالبة الشحنة شيئاً فشيئاً، لتزداد الشحنة السالبة ما يؤدي لازدياد قوة بعثرة البيغمنتات وبالتالي تراجع إمكانية إعادة الترسب.

زتؤدي العوامل المشكلة للمعقدات فعاليات مشابهة للمواد الفعالة سطحياً السالبة الشحنة، إذ يتراجع امتصاص العوامل الفعالة سطحياً السالبة الشحنة من قبل الأكاسيد المعدنية، ويزداد امتصاص عوامل تشكيل المعقدات،

بعض الاختبارات التموينية المطبقة على بعض السلع المنظفة	
مبيض غسيل (1)	**المواصفة القياسية السورية رقم 1488 تاريخ 1994**
القرائن	النسبة المئوية أو حسب الواحدة بالحدود القصوى والدنيا
الرطوبة	7% كحد أعلى
الأكسجين الفعال	8% كحدٍ أدنى: 80% كحد أدنى للبربورات
مادة فعالة	3% كحدٍ أعلى
حموضة محلول 1% (pH)	10 كحدٍ أدنى
كربونات الصوديوم	لا يوجد
مسحوق منظف آلي	**المواصفة القياسية السورية رقم 272 تاريخ 2001**
نسبة الرطوبة	15 كحدٍ أعلى
المادة الفعالة	12% كحدٍ أدنى
نسبة المادة المبيضة	1-2.5% (أكسجين فعال)
الحموضة (pH)	11-8.5
مواد غير ذوابة	2% كحدٍ أعلى
كلوريدات	2% كحدٍ أقصى لكلوريد الصوديوم
يوريا	خالي
خامس أكسيد الفوسفور P_2O_5	13.75% كحدٍ أدنى - 20% كحدٍ أعلى
بولي الفوسفات	25% كحدٍ أدنى
مسحوق منظف عادي (1)	**المواصفة القياسية السورية رقم 185 تاريخ 2001**
الرطوبة	15% كحدٍ أعلى
مادة فعالة	18% كحدٍ أدنى
كربونات الصوديوم	10% كحدٍ أعلى
مواد غير ذوابة بالماء	2% حدٍ أعلى
مواد مبيضة	1-2.5% أكسجين فعال
الحموضة (pH)	11-8.5
كلوريدات	2% كحدٍ أعلى كلوريد الصوديوم
يوريا	خالي
خامس أكسيد الفوسفور P_2O_5	13.75 كحدٍ أدنى
بولي الفوسفات	25% كحدٍ أدنى
المظهر الخارجي	غير متكتل
الانسياب	سهل الانسياب
ملاحظة	للقرار 96 تاريخ 1999/1/21 لوزن العبوات (500،200،100،...)