

NGL expertise – tension de surface (2)

Lors du précédent numéro, nous avons présenté la tension de surface comme outil de caractérisation de propreté de surface appliqué à l'un des produits de la gamme Galvex. Sur quelles données physiques peut-on s'appuyer pour concevoir et formuler le meilleur détergent ?

Pour appréhender les différentes théories descriptives de la détergence, il faut définir au préalable les notions de tension de surface et d'énergie de surface.

La tension de surface σ d'une phase condensée (solide, liquide) caractérise par définition la force nécessaire pour augmenter la surface A de cette phase d'une valeur dA. On suppose que cet accroissement se réalise par déplacement des atomes vers la surface.

Après ce déplacement, on constate que les atomes de surface possèdent moins de liaisons que ceux situés dans le volume initial ce qui correspond au fait que l'énergie libre du solide dG augmente d'une valeur dG telle que : $dG = \sigma dA$. Pour estimer la valeur de la tension de surface, il faut donc déterminer approximativement la valeur associée au changement de l'énergie de liaison correspondant au passage d'un atome situé au cœur de l'échantillon vers la surface de celui-ci.

Cette tension de surface peut être estimée à partir de la relation : Nombre d'atomes \times nombre relatif de liaisons \times énergie de liaison. Elle correspond via l'équation aux dimensions, à une énergie de surface γ liée au travail de variation d'une aire dA qui est de fait une valeur très en excès vis-à-vis des valeurs correspondantes admises ($\gamma_s = 40 \text{ mJ/m}^2$).

A titre documentaire, on rappelle l'équivalence entre les J/m^2 et les N/m . Cette égalité nous permet de dire que pour un solide où la mouillabilité est réduite, la tension de surface est assimilable à l'énergie de surface ($\gamma_s = \sigma$).

A partir des données précédentes, il est possible de décrire l'élimination d'une salissure grasse sur une surface solide (3). Ce fait correspond aux deux étapes schématisées.

L'étape initiale (a) est caractérisée par la somme des énergies $E_I = \gamma_{H/E} + \gamma_{H/S}$ où $\gamma_{H/E}$ représente l'énergie de surface entre l'huile (2) et l'eau (1) et $\gamma_{H/S}$ représente l'énergie de surface entre l'huile et le solide.

L'étape finale (b) correspond au détachement de la salissure et permet d'écrire :

$E_{II} = \gamma_{S/E} + 2 \gamma_{H/E}$
Avec $\gamma_{S/E}$ qui représente l'énergie entre la surface solide et l'eau tandis que $2 \gamma_{H/E}$ caractérise l'énergie entre l'huile et l'eau ; cette dernière tient compte du fait que l'on a créé une interface huile/eau complémentaire.

Finalement, le travail correspondant peut s'écrire :

$E = E_{II} - E_I = \gamma_{S/E} + \gamma_{H/E} - \gamma_{H/S}$
Via cette relation, il apparaît que le travail d'élimination des salissures est minimisé lorsque l'on :

- diminue $\gamma_{S/E}$ et $\gamma_{H/E}$
- augmente $\gamma_{H/S}$

En conclusion, l'adjonction d'un tensioactif doit donc abaisser les tensions de surface des phases condensées (solide, liquide) et diminuer implicitement les énergies de surfaces $\gamma_{S/E}$ et $\gamma_{H/E}$.

Depuis plus de trente ans, l'expertise NGL s'appuie sur les études de son laboratoire mis à la disposition de ses clients. La conception et la formulation des produits utilisés dans les

procédés NGL sont le fruit de recherches fondamentales appliquées et mis au point sur les lignes de production industrielles de hautes technologies.

Ce savoir-faire s'étend au niveau de l'environnement dans le cadre de conseil aux industriels pour le choix d'un mode de gestion des eaux résiduaires.

Répondant aux normes ISO 9001 :2008, ISO 14001 et OH-SAS 18001, NGL propose une large gamme de produits écologiques répondant aux exigences élevées de préparation de surfaces dans les domaines tels que les délicats mécanismes d'horlogerie, la mécanique de précision, les dépôts sous-vide sur métal, sur verre minéral ou organique, les prothèses orthopédiques, les implants dentaires et oculaires.

Das Fachwissen von NGL – bezüglich Oberflächenspannung (2)

In unserer letzten Ausgabe haben wir die Oberflächenspannung als ein Instrument zur Beschreibung der Sauberkeit von Oberflächen vorgestellt. Als Beispiel haben wir ein Produkt des GALVEX-Sortiments genommen.

Auf welche physikalischen Fakten kann man sich stützen, um das beste Reinigungsmittel zu entwickeln und in eine Formel zu bringen?

Bei der Auseinandersetzung mit den verschiedenen Theorien zur Beschreibung der Reinigungskraft müssen zunächst die Begriffe „Oberflächenspannung“ und „Oberflächenenergie“ geklärt werden.

Die Oberflächenspannung σ einer kondensierten Phase (fest, flüssig) bestimmt definitionsgemäß die zur Vergrößerung der Oberfläche A dieser Phase um einen Wert dA benötigte Kraft. Es wird davon ausgegangen, dass diese Vergrößerung durch die Verlagerung der Atome an die Oberfläche erfolgt.

Nach dieser Verlagerung kann festgestellt werden, dass die Atome an der Oberfläche weniger Verbindungen als die im Ausgangsvolumen verbliebenen besitzen. Das entspricht der Tatsache, dass die freie Energie des Feststoffes dG um einen Wert dG wächst, wobei $dG = \sigma dA$.

Um den Wert der Oberflächenspannung zu berechnen, muss also der mit der Wandlung der Bindungsenergie - die dem Übergang eines im Zentrum der Probe befindlichen Atoms an deren Oberfläche entspricht - verbundene Wert ungefähr bestimmt werden.

Diese Oberflächenspannung kann ausgehend von folgender Beziehung eingeschätzt werden:

Anzahl von Atomen \times relative Anzahl der Bindungen \times Bindungsenergie.

Gemäß der Dimensionsgleichung entspricht sie einer Oberflächenenergie γ , die vom Schwankungseffekt einer Fläche dA abhängt, welche de facto die angenommenen entsprechenden Werte eindeutig übertrifft ($\gamma_s = 40 \text{ mJ/m}^2$).

Zur Veranschaulichung sei an die Gleichwertigkeit von J/m^2 mit N/m erinnert. Aufgrund dieser Gleichheit kann gesagt werden, dass für einen Feststoff mit eingeschränkter Benetzbarkeit die Oberflächenspannung mit der Oberflächenenergie gleichgesetzt werden kann ($\gamma_s = \sigma$).

Ausgehend von den vorgenannten Fakten ist es möglich, die Entfernung einer fettigen Verschmutzung auf einer festen Oberfläche (3) zu beschreiben. Dies entspricht den zwei im Folgenden schematisierten Zuständen:

Der Ausgangszustand (a) wird durch die Summe der Energien bestimmt: ▶

$E_1 = \gamma_{H/E} + \gamma_{H/S}$,
wobei $\gamma_{H/E}$ die Oberflächenenergie zwischen Öl (2) und Wasser (1) und $\gamma_{H/S}$ die Oberflächenenergie zwischen Öl und Feststoff darstellt.

Der Endzustand (b) entspricht der Ablösung der Verschmutzung und führt zur Aufstellung folgender Formel:

$E_{II} = \gamma_{S/E} + \gamma_{H/E}$,
wobei $\gamma_{S/E}$ die Energie zwischen der festen Oberfläche und dem Wasser bezeichnet, während „2 $\gamma_{H/E}$ “ die Energie zwischen dem Öl und dem Wasser darstellt und zudem die Tatsache berücksichtigt, dass eine zusätzliche Verbindungsstelle Öl/Wasser geschaffen wurde.

So kann der entsprechende Vorgang schließlich in folgende Formel gefasst werden:

$$E = E_{II} - E_1 = \gamma_{S/E} + \gamma_{H/E} - \gamma_{H/S}$$

Durch diesen Zusammenhang wird erkennbar, dass die Entfernung der Verschmutzungen minimiert werden kann, wenn man

- $\gamma_{S/E}$ und $\gamma_{H/E}$ verringert
- $\gamma_{H/S}$ erhöht.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass ein zugefügtes Tensid also die Oberflächenspannungen der kondensierten Phasen (fest, flüssig) senken und gleichzeitig die Oberflächenenergien $\gamma_{S/E}$ und $\gamma_{H/E}$ verringern muss.

Seit mehr als dreißig Jahren stützt sich das Know-how von NGL auf im eigenen Labor durchgeführte Untersuchungen, deren Ergebnisse den Kunden zugutekommen. Die Entwicklung und Formulierung der von den NGL-Verfahren genutzten Produkte sind das Ergebnis einer angewandten Grundlagenforschung, die auf industriellen und hochtechnologischen Produktionslinien ausgefeilt wird.

Dieses Know-how erstreckt sich im Bereich Umweltberatung für die Industrie auf die Wahl einer Technik zur Abwasserbehandlung.

NGL entspricht den Normen ISO 9001 : 2008 , ISO 14001 und OHSAS 18001 und bietet ein weit gefächertes Sortiment von umweltfreundlichen Produkten an. Diese gehen auf die hohen Anforderungen hinsichtlich der Aufbereitung von Oberflächen in Bereichen wie den empfindlichen Mechanismen der Uhrmacherei, der Feinmechanik, der Vakuumbeschichtung von Metall sowie mineralischem und organischem Glas, der orthopädischen Prothesen und Zahn- und Augenimplantate ein.

NGL expertise – surface tension (2)

In the previous issue, we presented surface tension as a tool for characterization of surface cleanliness applied to one of the products in the Galvex range. On what physical data can we rely to design and formulate the best detergent?

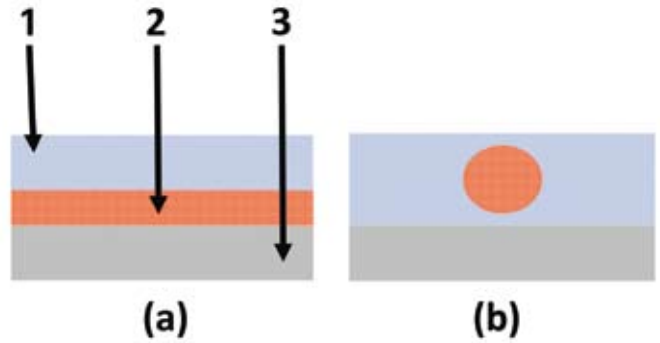
To understand the different descriptive theories of detergent, one must define first the concepts of surface energy and surface tension.

Surface tension (σ) of a condensed phase (solid, liquid) characterizes by definition the necessary force to increase the surface (A) of this phase of a value of dA.

It is assumed that this increase is achieved by displacement of atoms to the surface.

After this movement, we find that the surface atoms have less bonds than those in the original volume which corresponds to the fact that the free energy of the solid (dG) increases by a (dG) value such as: $dG = \sigma dA$

Therefore, to estimate the value of surface tension, we must approximately determine the value associated with the change of binding energy corresponding to the transition of an atom located in the heart of the sample to the surface of it.



This surface tension can be estimated from the relationship: Number of atoms \times relative number of bonds \times binding energy. It corresponds to dimensions through the equation, to a (γ) surface energy related to the variation of a (dA) area which is in fact an excess value compared to the corresponding values ($\gamma = 40mJ/m^2$).

Let's remember the equivalence between J/m^2 and N/m . This balance allows us to say that for a solid where the wettability is reduced, surface tension is akin to surface energy ($\gamma = \sigma$).

From the previous data, it is possible to describe the removal of a greasy stain on a solid surface (3). This fact is represented on the two-step drawing.

The initial stage (a) is characterized by the sum of energies $E_1 = \gamma_{H/E} - \gamma_{H/S}$ Where $\gamma_{H/E}$ represents surface energy between oil (2) and water (1) and $\gamma_{H/S}$ represents surface energy between oil and the solid.

The final step (b) corresponds to the detachment of stains and can be described as follow:

$E_{II} = \gamma_{S/E} + 2 \gamma_{H/E}$ Where $\gamma_{S/E}$ represents energy between the solid surface and water while 2 $\gamma_{H/E}$ characterizes energy between oil and water. The latter takes into account the fact that we created a complementary oil/water interface.

Finally, the corresponding work can be written:

$$E = E_{II} - E_1 = \gamma_{S/E} + \gamma_{H/E} - \gamma_{H/S}$$

Through this relationship, it appears that the work of elimination of residues is minimized when you:

- decreases $\gamma_{S/E}$ and $\gamma_{H/E}$
- increases $\gamma_{H/S}$

In conclusion, the addition of a surfactant must therefore lower surface tensions of condensed phases (solid, liquid) and implicitly lower surface energies $\gamma_{S/E}$ and $\gamma_{H/E}$.

For more than thirty years, the NGL expertise relies on its laboratory studies made available to its customers. Design and formulation of products used in NGL processes are the result of fundamental researches, applied and developed on industrial production lines of high technology.

This expertise extends to the level of environmental advices to companies for the choice of a management mode of waste water. Working with the ISO 9001: 2008, ISO 14001 and OHSAS 18001 standards, NGL offers a wide range of ecological products that meet the high requirements of surfaces preparation, in areas such as the delicate watch mechanisms, precision microtechnology, vacuum deposition on metal and mineral or organic glass, orthopedic, dental and ocular implants.



NGL Cleaning Technology SA
7, Ch. de la Vuarpillière - CH-1260 Nyon
Tél. 022 365 46 66 - Fax 022 361 81 03
www.ngl-cleaning-technology.com
ngl@ngl-cleaning-technology.com