Les épaississants, composants essentiels des graisses de lubrification

Article spécialisé d'Andreas Faßbender, Dipl.-Ing. (FH),
Rhenus Lub GmbH & Co KG

Comment retenir de l'eau dans un filtre ? Qui ne se souvient pas de cette question classique des cours de physique au collège ? La réponse attendue, et généralement apportée, était : sous forme de glace. En la faisant passer de l'état liquide à l'état solide, l'on empêche l'eau de traverser le filtre. Mais que faire quand la température ne permet pas ce changement d'état ? Comment faire pour empêcher l'eau de traverser le filtre ? Sans accessoire supplémentaire, cela n'est pas possible. En plus de capter l'eau et la retenir, l'accessoire employé doit en outre afficher des dimensions suffisamment importantes pour ne pas traverser lui aussi le filtre. Autant de caractéristiques qui ne manqueront pas de nous évoquer le principe des éponges.

Quel rapport avec les graisses de lubrification ?

Généralités concernant les graisses de lubrification

Tous les types de graisses de lubrification ont pour point commun d'être des expansions composées d'épaississant et d'huile.

Ce que nous appelons ici « expansion », c'est une structure similaire à une éponge, c'est-à-dire un réseau tridimensionnel en mesure de retenir les liquides et les restituer dans certaines conditions. Dans le cas de graisses de lubrification, l'on parlera « d'épaississants ».

Toute graisse lubrifiante est constituée d'au moins deux composants, le plus souvent trois :

— Épaississant

— Huile de base

— Additif

Cela nous conduit à la question et à la réponse du début de notre article, d'aucuns affirmant en effet qu'une graisse serait tout simplement une huile que l'on a empêché de couler ! Cette description, qu'il m'est personnellement arrivé d'entendre par endroits de la part d'utilisateurs, ne rend pas entièrement justice aux graisses de lubrification, qui sont bien plus que de l'huile que l'on aurait empêché de couler. Pour illustrer mon propos, cet article vise à présenter un aperçu des différents types d'épaississants.

Selon le type de graisse et la consistance ciblée, la proportion d'épaississant varie entre 5 et 25 pour cent environ. Le composant le plus abondant est l'huile. Si l'on considérait autrefois que l'épaississant ne fait office que « d'exosquelette » dans les graisses de lubrification, et non d'agent lubrifiant, cette vision est aujourd'hui battue en brèche. Huile de base et agents épaississants, devant naturellement afficher une bonne compatibilité, endossent ensemble la fonction de lubrification dans les graisses.

En règle générale, les graisses sont préférées aux lubrifiants liquides lorsque leur emploi s'avère avantageux pour des raisons techniques ou économiques, ou que l'on se trouve dans l'impossibilité d'avoir recours aux lubrifiants liquides. Les graisses sont souvent employées lorsque le lubrifiant doit rigoureusement rester sur le point de lubrification ou que l'on souhaite prolonger les intervalles de

graissage. Dans la plupart des cas, la consommation de graisse se montre inférieure à celle de l'huile. Les graisses lubrifiantes sont également indispensables pour étancher les points de lubrification insuffisamment protégés contre l'introduction de salissures et d'eau. Un autre avantage réside dans la meilleure résistance des graisses aux chocs et charges rencontrées dans les paliers, l'atténuation des sons et les meilleures capacités de lubrification en friction de limite.

Outre l'aspect économique, il existe un ensemble d'aspects techniques par lesquels le choix d'un épaississant va influencer les propriétés de la graisse de lubrification. Sur le plan chimique, notamment, la variété des épaississants pouvant être mis en œuvre est multiple. Une première différence est faite entre les graisses avec ou sans épaississant à base de savon (métallique).

Épaississants à base de savon (métallique)

Les savons métalliques sont obtenus par saponification des matières grasses (graisses neutres ou acides) avec, en guise d'agent saponifiant, une solution ou dispersion d'hydroxyde de métaux alcalins ou alcalino-terreux, comme les hydroxydes de lithium, de sodium ou de calcium. La désignation englobe ainsi les produits de réaction d'un acide organique et d'une base. Lors de l'utilisation d'une base et d'un acide gras, l'on obtient un savon simple ou normal.

Si l'on utilise deux bases au lieu d'une seule pour les mettre en réaction avec un acide, l'on obtient un savon mélangé.

La réaction de deux acides gras avec une seule base permet à l'inverse d'obtenir un savon complexe.

Tous les savons métalliques ont en commun la propriété d'afficher une structure résistante à la température jusqu'à un certain point seulement. Au-delà de ce point dit « de goutte », l'épaississant fond.

Les températures rencontrées dans les paliers ou points de friction sont un critère important pour le choix d'un lubrifiant à base de graisse. La température de fonctionnement ou d'utilisation est issue de l'échauffement produit par les frottements du palier (température du palier) et l'apport en chaleur extérieure, qui dépend des conditions ambiantes (chaleur de rayonnement). Elle est réduite par l'émission de chaleur du palier dans son environnement.

La température en régime continu est décisive dans le choix de la graisse, la résistance thermique variant largement d'une graisse à l'autre.

Les points de lubrification exposés à l'humidité ou à l'eau, ou immergés dans l'eau pour un besoin de refroidissement, peuvent uniquement être lubrifiés avec des graisses résistantes à l'eau. Parmi celles-ci comptent notamment les graisses à base de savon de lithium, de calcium, ou de complexe d'aluminium.

Indépendamment des performances de graissage, la facilité d'application des graisses est également cruciale. Des graisses qu'aucun outil approprié ne permet d'appliquer sur les points de lubrification, en raison de leur consistance ou de leur structure, s'avéreront inadaptées.

Parmi les graisses à base de savon métallique, les plus courantes reposent sur un savon métallique pur (lithium, calcium, sodium, etc.). Comme nous l'avons évoqué, il existe également des graisses à base de savons métalliques mélangés (par ex. : lithium-calcium). Ces graisses réunissent les avantages de la bonne résistance à l'eau du savon de calcium et de la résistance élevée à la température du savon de lithium.

Les complexes de sel de savon confèrent aux graisses à savon complexe des propriétés généralement bonnes, et en premier lieu une meilleure stabilité thermique. Mais la résistance à l'eau et la stabilité mécanique peuvent également être améliorées de manière ciblée par l'usage d'épaississants à base de savons complexes.

Épaississants sans savon

Les graisses sans savon contiennent, en guise d'épaississant, des substances minérales ou organiques de synthèse. Celles-ci trouvent leur application pour la fabrication de graisses à base d'huile minérale comme de graisses synthétiques. De nombreuses substances ont été mises en œuvre et testées pour un emploi en tant qu'épaississant sans savon. Outre la polyurée, des acides siliciques colloïdaux, argiles modifiées ou matières plastiques en poudre comme le polytétrafluoroéthylène (PTFE) sont utilisés.

Parmi les graisses contenant des épaississants sans savon, les plus courants trouvant aujourd'hui une application pratique sont les suivantes :

— Graisses au gel de silice

— Graisses à la bentonite

— Graisses à la polyurée

Les graisses au gel sont des graisses de lubrification fabriquées en utilisant en qualité d'agent gélifiant un acide silicique hautement dispersible (dioxyde de silicium oléophile). Ces acides sont connus sous différents noms, notamment sous la dénomination « Aerosil ».

Les acides siliciques se présentent sous la forme de très fine poudre, amorphe et blanchâtre. Leur effet épaississant dans les huiles minérales n'est cependant pas des plus notables. Un tel système est par ailleurs thixotrope (se solidifie au repos, mais redevient fluide par mouvement, agitation ou mélange).

Les graisses à la bentonite sont des graisses de lubrification épaissies à l'argile modifiée (très fine poudre amorphe). La bentonite elle-même est une argile pure dont le composant principal est la montmorillonite (silicate d'aluminium), un minéral argileux gonflant.

Dans son état d'origine, la bentonite est fortement hydrophile et gonfle en présence d'eau. C'est sa présence qui a donné le nom « d'argiles gonflantes » aux argiles qui la contiennent.

Les graisses à la bentonite, qui affichent une résistance élevée aux contraintes thermiques, sont en premier lieu obtenues par l'incorporation d'épaississants organiques dérivés de la montmorillonite, et en association avec des solvants polaires appropriés et sous contrainte mécanique (cisaillement).

Les graisses à la bentonite ne présentent aucun point de goutte car la structure à base de silicate de l'épaississant résiste bien au-delà de la température de dégradation des huiles à épaissir.

En conséquence, à température continuellement haute, l'huile ne se sépare pas, mais est cokéfiée. Aussi est-il particulièrement important d'observer les intervalles de graissage en conditions de régime continu à haute température (plus de

150 °C). Il s’agit en effet du seul moyen d’éviter la cokéfaction de l’huile minérale, et ainsi un fonctionnement à sec causant la détérioration du palier.

L’inconvénient, cependant, reste l’incompatibilité des graisses à la bentonite avec la majorité des graisses (mélange par regraissage avec d’autres types de graisses) et additifs de lubrification couramment rencontrés.

Le mélange conduit souvent à un ramollissement de la graisse, rendant particulièrement problématique le choix d’un additif adapté. Dans la pratique, en cas de changement de graisse, il est nécessaire de nettoyer le palier afin d’éviter le mélange des différentes graisses.

Les graisses à la polyurée, quant à elles, contiennent en guise d’épaississants des polymères dérivés chimiquement de l’urée, d’où la désignation de polyurée. Les agents épaississants des graisses polyurées sont

obtenus par les techniques de synthèse de la chimie organique. Ces composants organiques ne laissant aucun résidu minéral sous forme de cendres, les graisses polyurées sont également dites « sans cendres ».

Les dérivés de l’urée sont obtenus par la combinaison de diisocyanates et d’amines.

En raison de la toxicité des diisocyanates et des amines, la production doit être réalisée dans des enceintes fermées spéciales, ce qui complique le procédé de fabrication.

Les polyurées forment dans les huiles de base des réseaux tridimensionnels similaires aux savons, quoique présentant des réticulations plus fines.

La combustion de graisses à la polyurée représente également un danger certain, les produits de décomposition toxiques qu’elle génère pouvant nuire à l’environnement.

Les graisses polyurées sont considérées comme supérieures en qualité aux graisses résistantes aux hautes températures à base de savon lithium complexe La résistance à la température de la polyurée est supérieure à celle du savon lithium complexe (point de goutte > 250 °C). De par leur avantage en termes de résistance thermique, elles constituent ainsi toujours une solution de choix pour les cas particuliers d’application, lorsque les graisses conventionnelles au com-

plexe de lithium atteignent leur limite de température de 150 °C en régime continu. Les graisses à la polyurée à base synthétique résistent par exemple très bien dans les applications à température continue de 190 °C.

Autres avantages des graisses à la polyurée :

— Excellente protection contre l'usure et résistance aux pressions élevées

— Bonne adhérence sur les partenaires de frottement métalliques

— Résistance exceptionnelle à l'eau

— Très bonne protection contre la corrosion

— Solution économique en vertu des intervalles de graissage prolongés

Comparaison des points de goutte :

Épaississant	*Point de goutte typique [°C]*
Lithium	>190
Calcium	>150
Sodium	>170
LiCa	>180
Lithium Complexe	>250
Aluminium Complexe	>250
Bentonite	aucun
Gel	aucun
PTFE	aucun
Polyurée	>250

Synthèse

En résumé, l'on peut dire que les propriétés d'une graisse de lubrification peuvent être déterminées par ses composants principaux que sont l'huile de base et l'épaississant. L'épaississant y détermine entre autres le point de goutte, la limite de température d'utilisation, la résistance à l'eau et la stabilité mécanique.

Paru dans : Schmierstoff + Schmierung · 2e année · 2/2021