

Surveillance et entretien des fluides

Le Varnish dans les huiles pour turbines

L'état de l'huile dans les systèmes de graissage et hydrauliques reflète la santé globale de l'installation. En vue de sécuriser la productivité, d'éviter des dysfonctionnements et de réduire les coûts d'exploitation, deux éléments sont incontournables : la surveillance de l'état du fluide, d'une part ; l'entretien continu des équipements de production, d'autre part.

► « Le terme « Varnish » (dont la traduction littérale du terme anglais est "vernis") désigne les produits de vieillissement de l'huile qui forment des dépôts ayant la consistance d'un gel, d'une résine, voire même d'un vernis dur, dans les systèmes hydrauliques (photos 1 à 4). Ces produits de vieillissement de l'huile se déposent en priorité sur des surfaces froides, telles que le réservoir, les corps de distributeur ou les

refroidisseurs. Ces dépôts occasionnent l'augmentation de la température des paliers, des dysfonctionnements au niveau des valves hydrauliques et des problèmes de refroidissement. Dans la majorité des cas, les dysfonctionnements ne sont pas attribués à la véritable cause. Des actions de remise en état, souvent inefficaces et onéreuses, s'en suivent.

Le thème « vieillissement de l'huile » n'est pas un problème nouveau mais existe depuis toujours. Toutefois, les propriétés des huiles pour turbines ont été modifiées suite à l'introduction d'huiles basiques plus raffinées. Alors que la durée de vie des anciennes huiles était d'environ 15 à 20 ans, celle des nouvelles huiles pour turbines est nettement plus courte car inférieure à 10 ans. De ce fait, la surveillance et l'entretien du fluide gagnent toujours plus en intérêt.

Cet article donne un aperçu sur la modification des propriétés des huiles de base, les procédures d'analyses en laboratoire permettant de détecter le vieillissement de l'huile et les mesures d'entretien du fluide permettant l'extraction des éléments à l'origine du vieillissement de l'huile, évitant ainsi d'éventuels dysfonctionnements.

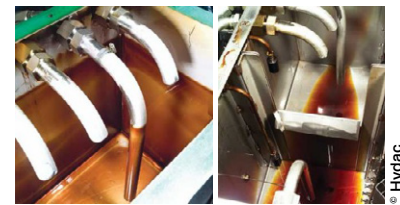
Les propriétés modifiées de l'huile de base

Les huiles de base habituellement utilisées pour l'élaboration

d'huiles pour turbines ont changé ces dernières années. Elles prennent en compte les exigences accrues liées à un plus grand rendement des turbines, à des températures de paliers plus élevées, et, dans une moindre mesure, aux matières dangereuses pour la santé.

Alors qu'autrefois, une huile était exclusivement élaborée à partir de la distillation de pétrole brut (huile ASTM Groupe I), elle est depuis quelques années davantage raffinée. Les procédures mises en application, telles que l'Hydrotreating ou l'Hydrocracking, entraînent une plus grande pureté chimique et globalement, une qualité identique d'huile disponible.

De par ces méthodes de fabrication modifiées, des huiles de base (ASTM Groupes II et II+, voire III) à faible part en hydro-



3. Varnish sur la paroi du réservoir 4. Paroi sans varnish

carbures polarisés non-saturés sont élaborées. En outre, les huiles de base des groupes ASTM II et III sont bien souvent sans soufre. De ce fait, lors de la fabrication des huiles pour turbines, on ajoute généralement un additif à base de phosphore et de soufre.

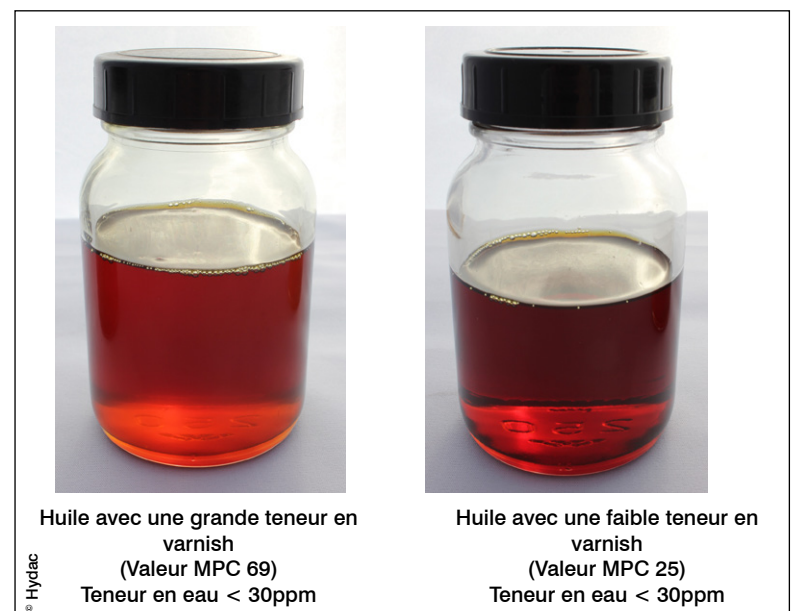
Ce raffinage génère un problème du fait que le varnish est doté d'une structure polarisée. Les matières polarisées se dissolvent, en priorité, dans des matières polarisées. Dès lors que la part en hydrocar-



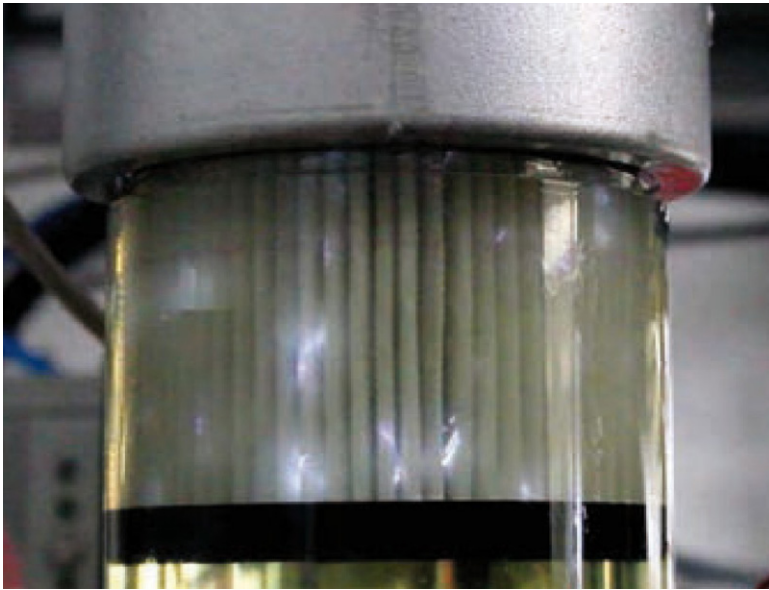
1. Varnish sur le couvercle de la pompe hydraulique



2. Varnish sur l'élément filtrant



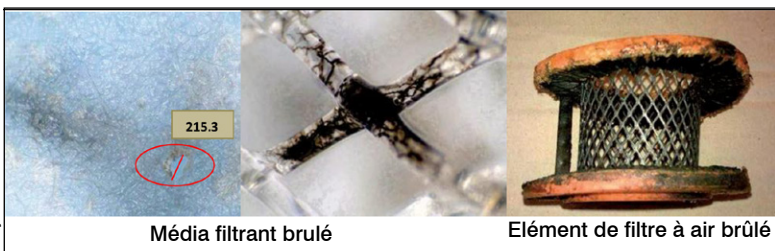
5. Comparaison d'échantillons d'huile à teneurs différentes en varnish



6. Décharge électrostatique dans l'élément filtrant

bures polarisées dans l'huile est réduite, la dissolution des produits à l'origine du vieillissement de l'huile/varnish peut devenir plus difficile. En conséquence, l'huile se trouble (photo 5) ou il y a formation de dépôts dans le système. Ces modifications surviennent bien souvent lorsque l'huile est en service depuis 3 à 4 ans. En raison de leur faible teneur en matières polaires, ces huiles

certaines de ces dégâts. Actuellement, sur la fiche technique des huiles, il n'apparaît pas clairement de quelle huile de base il s'agit. Étant donné que le nom des huiles ne change pas systématiquement lors du changement de type, il peut arriver que d'anciennes huiles de turbine soient mélangées aux nouvelles huiles modernes. Ces mélanges peuvent avoir pour conséquence des ré-



7. Dégâts suite à décharge électrostatique dans le système.

présentent, en outre, une faible conductivité électrique. Si cette huile balaye les filtres du système hydraulique, il est fort probable qu'un chargement électrostatique se fasse. Ceci peut provoquer une décharge disruptive dans le système (photo 6).

Parallèlement aux dégâts sur les éléments filtrants, des pannes au niveau des systèmes de mesure et de régulation sont possibles. De plus, il peut y avoir des déflagrations au niveau des conduites retour, voire dans le réservoir. La photo 7 montre

actions chimiques qui peuvent éventuellement provoquer des précipités de produits réactionnels et être à l'origine de dépôts dans le système.

Détection de varnish dans les huiles

. Étendue du contrôle pour un contrôle de routine effectué, le plus souvent, de manière semestrielle : dans le tableau 1 est listée l'étendue du contrôle des analyses de routine semestrielles avec les procédés correspondants. Avec ces paramètres de contrôle routiniers,

il n'est pas possible de détecter la présence de varnish dans l'huile. Dans un contexte de croissance de la problématique relative aux dépôts dans les systèmes de turbines, d'autres procédures ont été ajoutées à ces paramètres de contrôles routiniers.

. Détermination de la valeur MPC : la valeur MPC enregistre le changement de couleur d'une membrane filtrante de laboratoire d'une finesse de $0,45\mu\text{m}$. Les conditions deviennent critiques pour l'installation, lorsque la valeur MPC est supérieure à 40. Ceci mène à des dépôts de plus en plus nombreux dans le système, comme on peut le voir sur les photos 1 à 4.

. Comptage de particules d'une huile à température ambiante et à température augmentée : la taille, le nombre et la compo-

sition des particules impactent essentiellement l'usure et la fonction des composants et des systèmes hydrauliques.

La taille et le nombre des particules sont déterminés à l'aide de compteurs à particules optiques automatiques et sont répartis en classes de propreté selon ISO 4406.

Un bon standard pour le comptage de particules est l'ISO 11500. Les classes de propreté les plus courantes pour les systèmes de graissage de turbines sont : ISO 18/15/12, voire ISO 17/14/13, lorsque le système de régulation de la vapeur est alimenté à partir du même réservoir. Sachant que l'augmentation d'une classe de propreté correspond à un doublement du nombre de particules.

La capacité de dissolution des matières provoquant le vieillissement de l'huile/varnish

dépend de la température. Elle augmente lorsque la température est élevée et diminue lorsqu'elle est basse. Dès que le seuil de solubilité est atteint, l'huile se trouble. Avant que ceci soit visible à l'œil nu, ce phénomène est détecté par le compteur de particules (sous forme de nombres élevés de particules). Si on analyse 2 échantillons identiques d'huile, l'un à température ambiante (env. 22°C) et l'autre chauffé à 80°C, on constate une différence du nombre de particules lorsque l'huile contient du varnish.

Exemple: la photo 8 présente un tel comptage de particules. Les mesures ont été effectuées à l'aide d'un FCU/BSU 8000 d'Hydac Systems GmbH (photo 9). La répartition des particules, à température ambiante (22°C) donne un code ISO 23/18/12.

Lors de la même mesure, mais en chauffant l'huile à une température de 80°C, la répartition des particules se situait à ISO 18/15/12. Cette différence considérable au niveau des nombres de particules nous mène à la conclusion que l'huile est fortement chargée en matières insolubles/varnish.

Part restante des antioxydants

Les antioxydants dans l'huile ont pour mission de ralentir le vieillissement de l'huile, et par conséquent, la formation de varnish. Ces additifs (par ex. : acides aminés et phénols) diminuent tout au long du vieillissement de l'huile. Pour augmenter la teneur en antioxydants, il est entre autres, courant, que la perte d'huile durant le fonctionnement, soit comblée avec de l'huile « fraîche ». Grâce à

tation plus forte de la teneur en antioxydants, mais peut aussi, éventuellement, engendrer la dissolution des dépôts dans le système, et ainsi augmenter la concentration de particules dans le volume d'huile. C'est pour cela qu'il est recommandé, après un appoint d'huile important, de soulager la filtration principale du système par un moyen de filtration en dérivation. L'inhibition à l'aide d'additifs adaptés peut être une possibilité pour augmenter de

« Les antioxydants dans l'huile ont pour mission de ralentir le vieillissement de l'huile, et par conséquent, la formation de varnish »

cette part d'huile neuve dotée de 100% d'antioxydants, la concentration globale en antioxydants dans l'huile se trouve augmentée.

En outre, le remplacement partiel de l'huile par une huile neuve est envisageable. Ceci provoque en effet une augmen-

manière ciblée la concentration en additifs.

Pour ce faire, les huiles et leurs éléments constitutifs doivent être parfaitement connus. Il existe des procédures d'analyses courantes pour les déterminer : spectroscopie infrarouge (concentration absolue),



9. Compteur de particules FCU/BSU 8000 Hydac

Ruler (concentration relative) selon ADTM D 6810, HPLC concentration absolue).

En fonction de la sorte d'huile utilisée, et de leurs additifs, d'autres méthodes d'analyses devront éventuellement être appliquées.

Rétention du varnish

Ci-après, l'explication au travers d'une application sur un système de lubrification d'une turbine vapeur.

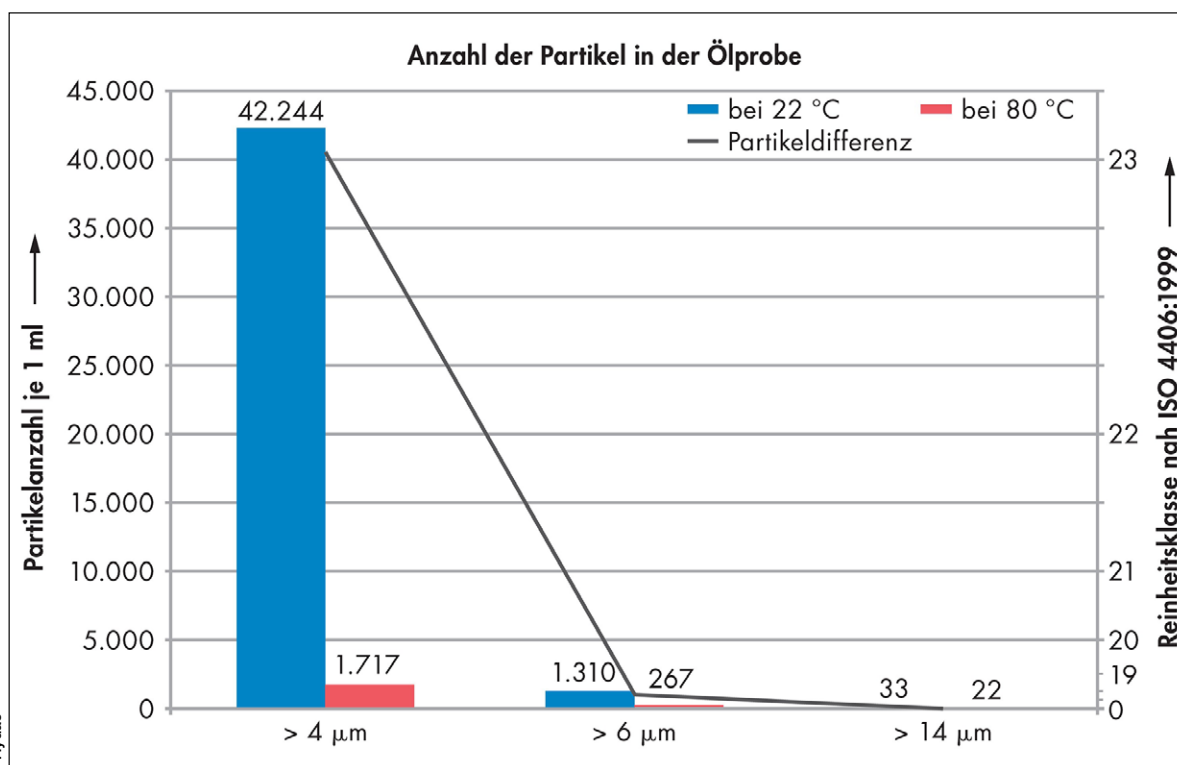
Description de l'installation :

- Système de lubrification d'une turbine vapeur,
- Quantité d'huile dans le système : 12.000 litres,
- Âge du plein d'huile : 27.000 h de fonctionnement,
- Conductivité : < 10pS/m à 21°C,

- Type d'huile : huile pour turbines avec supplément EP, huile de base ASTM Groupe II. Problème de départ : dysfonctionnements au niveau de 2 à 3 valves de régulation vapeur qui ont conduit à des difficultés au moment de la phase d'arrêt de la turbine. Il a été constaté que des dépôts entre le corps et le clapet de distribution étaient à l'origine de ce problème.

Un produit à l'origine du vieillissement de l'huile/varnish a la désagréable propriété, au début, d'être parfaitement filtrable et donc de ne pas impacter le fonctionnement des valves.

Quelques particules sont de taille inférieure à 1 micron. En comparaison : les jeux habituels des valves se situent dans une plage de plusieurs micromètres. Au fur et à mesure de



8. Graphique représentant le nombre de particules d'un échantillon d'huile à 22 et 80°C

l'avancement du vieillissement de l'huile, ou lors du refroidissement de l'huile (par exemple lors de l'arrêt de l'installation), ces particules s'agglomèrent, grandissent et forment des films ayant la consistance d'un vernis. Ceci entraîne des forces de positionnement plus intenses au niveau de la valve et provoque les dysfonctionnements mentionnés ci-dessus.

Pour la rétention du varnish dans la charge d'huile, une Varnish Mitigation Unit de marque Hydac a été mise en place (photo 10). Cette installation est constituée comme un filtre en dérivation et tourne 24h/j, 365 j/an. La séparation du varnish est possible grâce à un procédé de fixation sur une résine spécifique. Lorsque la capacité de rétention de la résine est épuisée, le taux de varnish dans l'huile augmente à nouveau. Dès lors que la valeur limite MPC de 40 est franchie, les éléments chargés en résine sont remplacés. La photo 11 montre l'évolution de la teneur en varnish dans l'huile de ce système, et ce via des mesures de valeur MPC relevées après la mise en place d'un groupe de filtration en dérivation. Immédiatement après la mise

en service de l'unité d'entretien, le 16 février 2012, la valeur MPC a chuté sensiblement. Vers le 25 Avril 2012, la capacité de rétention de la résine était épuisée. L'élément filtrant a été remplacé le 2 mai 2012. Avec le second filtre, la durée de vie est passée à plus de 3 mois.

La rétention du varnish, elle-même, n'avait pas d'influence négative sur la teneur en antioxydants dans le système : les antioxydants ayant un comportement neutre face à la dépollution. Après dépollution du circuit hydraulique, une inhibition est effectuée, durant le fonctionnement, à l'aide d'additifs appropriés.

Bilan

Le mot « varnish » est issu de l'anglais et il se traduit en français par « vernis ». Ce terme est utilisé, entre autres, pour désigner des produits qui engendrent le vieillissement de l'huile dans les systèmes de lubrification de turbines et décrit également la consistance de ces matières.

L'augmentation du degré d'efficacité des turbines et la diminution des volumes d'huiles (nombre de rotations) augmentent la charge sur les huiles de



10. Varnish Mitigation Unit VMU Hydac

turbine. Les huiles de turbine modernes, à degré de pureté chimique plus élevé et teneur plus faible en éléments nocifs pour la santé, réduisent la solubilité voire la capacité de charge des substances de vieillissement de l'huile. La conductivité extrêmement faible de ces nouvelles huiles peut, en cas de trop grandes sollicitations du filtre, ou en cas de choix de filtre trop fin, engendrer des

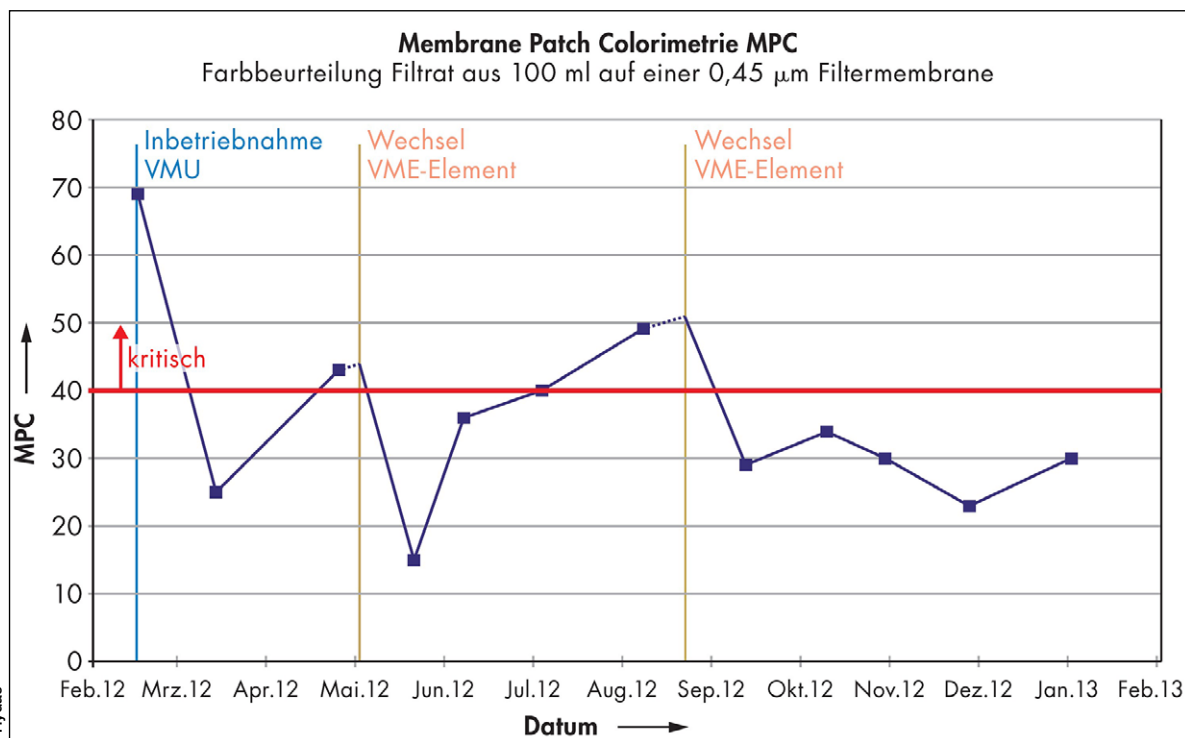
décharges électrostatiques dans l'huile. Ces décharges entraînent une charge thermique extrêmement élevée du fluide, via des points chauds (Hotspots). Un vieillissement accéléré de l'huile est souvent la conséquence de cette charge thermique trop importante.

Pour éviter un fonctionnement critique de l'installation, les paramètres de contrôles routiniers doivent être étoffés. Par un dimensionnement et un choix correct de la filtration pour le système, les charges électrostatiques du fluide seront éliminées et la durée de vie du fluide augmentée.

Les mesures d'entretien du fluide, telles que la rétention du varnish, la filtration en dérivation, la rétention d'eau et le dégazage, réduisent la charge sur le fluide et augmentent ainsi la durée de vie du plein d'huile ainsi que celles des composants. Ceci contribue également au fonctionnement de l'installation à faibles taux de pannes ».

Ralf Ertelt et Andreas Busch

Première publication : VGB Powertech – 93ème Année – Edition 6/2013 – Pages 98-101 (Allemand)



11. Evolution de la valeur MPC Valeur. Limite = MPC 40.