

Régénération des huiles lubrifiantes usagées par processus de traitement à l'acide

R. Mazouzi^{*}, B. Khelidj, A. Karas[†] et A. Kellaci

Laboratoire des Fluides Industriels, Mesures et Applications, FIMA
Université de Khemis-Miliana, 44225, Khemis-Miliana, Algérie

(reçu le 14 Février 2014 – accepté le 25 Décembre 2014)

Résumé - Les huiles sont obtenues par distillation des produits lourds du pétrole. Avec la baisse de la production de réserves mondiales de pétrole, la nécessité se pose plus que jamais, de recycler des huiles lubrifiantes usagées. Les huiles usagées 'moteur' constituent une catégorie importante de matériaux susceptibles d'être récupérés moyennant des traitements appropriés. Cette récupération est une nécessité pour protéger l'environnement et peut conduire à des gains substantiels. Ce travail porte sur une étude de traitement d'une huile moteur SAE20W50 usées par l'acide sulfurique. Des tests sont effectués sur l'huile traitée tels que: la viscosité, le point d'éclair, le point d'écoulement et la densité. Les résultats des tests ont montré que les caractéristiques de l'huile traitée sont nettement améliorées par rapport à ceux d'une huile usée.

Abstract - The oils are obtained from the distillation of heavy products of oils. With the reducing of the global oil reserves production, it is necessary more than ever, to recycle used lubricating oil. Used 'engine' oils are an important part of materials which could be recovered using appropriate treatments. This recovery is a need for environment protection and could engender substantial gains. This work treats on the treatment of an engine oil SAE20W50 deteriorated by sulfuric acid. Tests are made on the treated oil such as: the viscosity, the flash point, the flow point and the density. The results showed that the characteristics of the treated oil are better than used oil ones.

Mots clés: Lubrifiants - Huiles moteur – Régénération - Huiles usagées - Acide sulfurique.

1. INTRODUCTION

Les huiles lubrifiantes sont des liquides visqueux utilisés pour la lubrification des parties mobiles des moteurs et des machines. Ce sont des produits pétroliers qui se dégradent après un certain temps d'utilisation, par contamination avec des éléments polluants, tels que les métaux lourds, les PCB (polychlorobiphényles) et autres composés halogénés [1]. Les huiles usées peuvent contaminer l'eau et le sol et poser un risque élevé pour la santé humaine. Cette huile usée nécessite une gestion appropriée pour en faire un produit à valeur ajoutée en réduisant la quantité de l'huile rejetée, et en réduisant le fardeau environnemental de l'huile usée [2]. Par conséquent, le traitement des huiles usagées a un grand intérêt dans l'élimination de la pollution et la préservation des réserves de pétrole brut.

Le recyclage des lubrifiants usagés a été pratiqué à des degrés divers depuis les années 1930 et en particulier au cours de la seconde guerre mondiale, lorsque la rareté des approvisionnements adéquats en pétrole brut pendant le conflit a encouragé la réutilisation de tous les types de matériaux, y compris les lubrifiants [3]. De nombreux pays se penchent actuellement sur le problème de la pollution de l'environnement posé par les huiles lubrifiantes usagées. Aux Etats-Unis, par exemple, environ 2 milliards de

^{*} mazouzi_r@yahoo.fr , b.khelidj@orange.fr

[†] karasaek@yahoo.fr , akellaci@yahoo.fr

gallons d'huiles sont produits chaque année [4]. Les huiles usagées sont récupérables et valorisables, peuvent être reraffinées en huiles de base ou réutilisées comme combustible (source d'énergie).

L'objectif de cette recherche est centrée principalement sur l'obtention d'une huile de haute qualité à partir d'une huile de lubrification usagée par traitement à l'acide, réduisant ainsi la pollution de l'environnement et aussi réduire l'importation de l'huile de lubrification.

2. CARACTERISTIQUES GENERALES DES HUILES LUBRIFIANTES

Tous les lubrifiants sont caractérisés par certaines propriétés, qui sont spécifiques à ces fluides. Ces propriétés comprennent: la viscosité, l'indice de viscosité, le point d'éclair, le point d'écoulement, l'indice de basicité, l'indice d'acidité, la teneur en cendres, la teneur en eau et la densité.

2.1 Viscosité

La caractéristique la plus importante d'un fluide est sa viscosité. La viscosité est définie comme le rapport de la force de cisaillement agissant sur une unité de surface au gradient de vitesse qui existe entre les différentes couches du fluide. La viscosité dépend fortement de la température. Elle détermine en effet l'essentiel des pertes par frottement et l'épaisseur des films d'huile. La viscosité caractérise la résistance d'un fluide à l'écoulement [5]. L'ajout de certains additifs permet d'améliorer la viscosité des lubrifiants sous haute température.

2.2 Indice de viscosité

L'indice de viscosité (IV) est un nombre conventionnel qui traduit l'importance de la variation de la viscosité avec la température et permet de juger la tenue à chaud et à froid des huiles. Un IV de 100 indique une très faible variation de la viscosité, un IV de 0 une très grande variation ou une grande sensibilité à la température. De manière pratique, on détermine l'IV à partir des mesures de viscosités cinématiques effectuées respectivement à 40 et à 100 °C, soit en utilisant des tables ASTM, soit en utilisant un programme de spécifique sur calculette ou sur micro-ordinateur.

2.3 Point d'écoulement

Le point d'écoulement est la température la plus basse à laquelle l'huile coule encore lorsqu'elle est refroidie sans agitation, dans des conditions normalisées.

2.4 Point d'éclair

Il est défini par la température minimale à laquelle il faut porter l'huile pour que les vapeurs émises s'enflamment spontanément en présence d'une flamme dans des conditions normalisées. Le test de point d'éclair donne une indication de la présence de composés volatils dans l'huile et de la température à laquelle l'huile doit être chauffée dans des conditions spécifiques pour donner suffisamment de vapeur pour former un mélange inflammable avec l'air. Il existe différentes méthodes pour déterminer le point d'éclair des huiles telles qu'elles sont mentionnées dans la norme ASTM [6].

2.5 Densité

La densité d'une substance est le rapport de sa masse volumique à la masse volumique d'un corps de référence dans des conditions qui doivent être spécifiées pour

les deux corps. En général, les corps de référence sont l'eau pour les liquides et l'air pour les gaz.

3. MATERIELS ET METHODE

Le traitement est réalisé sur des quantités d'une huile usée 20W50 recueillies à partir des stations de vidange. La figure 1 montre les principales étapes du processus de ce traitement. Avant de soumettre l'huile usée à un traitement à l'acide, l'huile subit une filtration pour éliminer les impuretés, telles que les copeaux métalliques, sable, poussière, particules et micro impuretés. Cela est réalisé à l'aide d'un entonnoir muni d'un papier filtre placé sur ce dernier, ensuite une pompe à vide est reliée à un ballon de filtration dans lequel l'entonnoir est fixé à l'aide d'un bouchon en caoutchouc. Deux litres d'huile usagée ont été filtrées pour deux échantillons recueillis respectivement. Pour le procédé de traitement à l'acide, l'huile lubrifiante usée est agitée à fond pour favoriser l'homogénéité, à partir de ce stock 450 ml est dosée et transférée dans un bécher et 150 ml d'essence est également mesurée et ajoutée à l'huile.

Le mélange d'huile est transféré dans une centrifugeuse et est centrifugé à 1500 tr/min pendant quelques minutes. Ensuite, on laisse l'huile au repos pendant 10 minutes avant la décantation dans un bécher. Le mélange du liquide décanté est distillé pour éliminer l'eau, l'essence et autres liquides. Le contenu dans le ballon est refroidi et traité avec 10 ml de H_2SO_4 concentrée à 98 % dans l'ampoule à décantation avec une forte agitation du mélange. On laisse reposer pendant 48 heures, on constate ainsi la formation de deux couches/phases. La boue est retirée du bas de l'ampoule à décanter. Après, on ajoute 100 ml de solution de NaOH à 10 % pour neutraliser l'acide. On laisse ensuite décanter pendant 30 minutes sans agitation. La phase alcaline, qui est formée à la partie inférieure, est enlevée et l'huile de lubrification est lavée avec de l'eau chaude deux fois (15 ml). L'huile est chauffée par un bruleur tout en étant connecté à une pompe à vide.

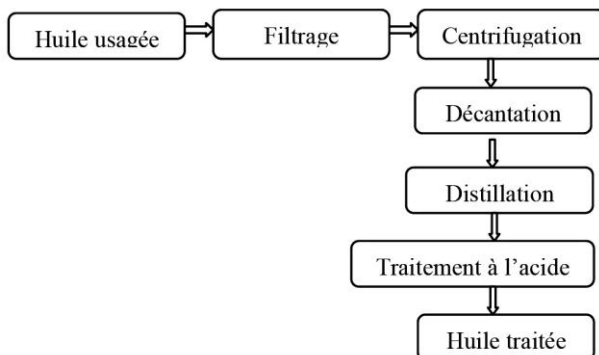


Fig. 1: Etapes de processus du traitement

4. ANALYSE DES HUILES TRAITÉES

4.1 Viscosité

La mesure de viscosité cinématique est effectuée à l'aide d'un viscosimètre capillaire, suivant la norme ASTM D445, à 40°C et 100°C.

4.2 Point d'écoulement (ASTM D97)

20 ml d'échantillon d'huile de lubrification est introduite dans un récipient. L'échantillon est refroidi à un taux spécifique, certaines paraffines hydrocarbures (sous

forme de cire) vont commencer à se solidifier et à se séparer dans une forme cristalline. La température à laquelle cela se produit est connu sous le nom de point de trouble. Le refroidissement est poursuivi jusqu'à ce que l'huile s'arrête de s'écouler. C'est la température du point d'écoulement.

4.3 Point d'éclair (ASTM D92)

10 ml d'huile de lubrification régénérée est introduite dans un bécher sur lequel est inséré un thermomètre. Le bécher est placé sur un bec Bunsen. La surface de l'échantillon est exposée à une source de flamme à des intervalles pour déterminer la température à laquelle apparaît un éclair sur la surface de l'échantillon, tandis que l'huile de lubrification dans le bécher continu à se chauffer.

4.4 Densité (ASTM D941-55)

La densité est le rapport de la masse volumique du lubrifiant à la masse volumique de l'eau. Elle est mesurée en utilisant le densimètre. La densité a été observée et enregistrée à 60 °C.

5. RESULTATS ET DISCUSSION

Après avoir traité l'huile usée et effectué les différentes analyses, nous avons procédé à l'étude des résultats trouvés. Dans le **Tableau 1**, sont regroupés les résultats des différents tests réalisés.

Tableau 1: Résultats des tests

Caractéristiques	Huile neuve	Huile usée	Huile traitée
Viscosité cinématique (mm ² /s)			
A 40 °C	155.97	121.14	135.93
A 100 °C	18.03	13.39	17.95
Indice de viscosité	129	106	147
Point d'écoulement (°C)	-9	-12	-9
Point d'éclair (°C)	235	160	220
Densité	0.875	0.895	0.784

5.1 Viscosité

L'augmentation de la viscosité peut se produire en raison de l'oxydation ou à cause d'une contamination avec des éléments insolubles [7]. À partir de la figure 2, nous pouvons constater une diminution de la viscosité cinématique de l'huile usagée, cela est dû à la contamination sous forme de boues de l'huile usagée. En général, l'huile est considérée comme inapte au service, si la viscosité originale augmente ou diminue considérablement.

Une diminution de la viscosité peut être causée par dilution de l'huile avec du carburant léger. Le résultat de l'essai de viscosité montre que l'huile usagée a perdue plus de sa viscosité en raison de la contamination. Cependant, le traitement a restauré à l'huile sa viscosité d'origine.

5.2 Indice de viscosité

De même que pour la viscosité, l'indice de viscosité de l'huile usée a baissé par rapport à l'huile neuve (Fig. 3). Il y a probablement eu une dégradation du polymère, par

cisaillement mécanique, ou par coupure thermique ou thermo-oxydante [8]. L'indice de viscosité d'huile traitée est comparable à celui d'une huile neuve.

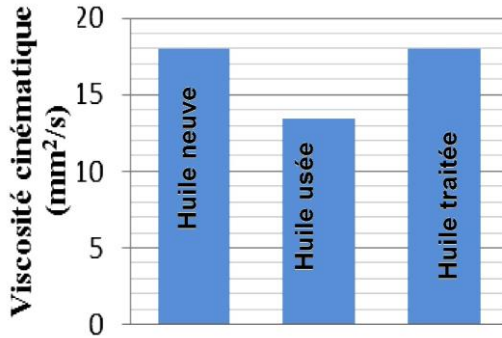


Fig. 2: Effet du traitement sur la viscosité cinématique

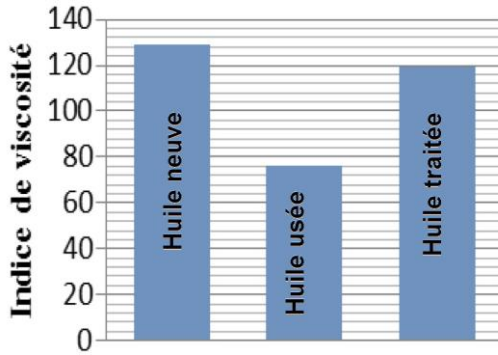


Fig. 3: Effet du traitement sur l'indice de viscosité

5.3 Point d'écoulement

A partir des résultats obtenus, on constate que le point d'écoulement de l'huile de lubrification usagée est élevé. C'est à cause de la dégradation des additifs dans l'huile de lubrification. Le point d'écoulement est d'un intérêt particulier, lorsque l'huile fonctionne dans des conditions relativement froides. La méthode de traitement à l'acide s'est révélée efficace en comparant le point d'écoulement de l'huile traitée à celle d'une huile neuve (Fig. 4).

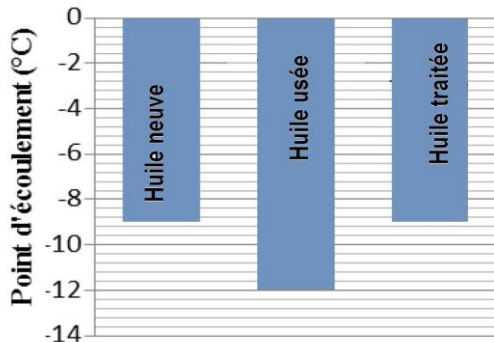


Fig. 4: Effet du traitement sur le point d'écoulement

5.4 Point d'éclair

Le point d'éclair est de 235 °C pour l'huile neuve, 160 °C pour l'huile usagée et 220 °C pour l'huile traitée. La diminution de la valeur du point d'éclair de l'huile usagée pourrait être le résultat de la présence des fractions légères d'huiles [9].

Après avoir subi la combustion et l'oxydation à haute température du moteur à combustion, l'huile se décompose en composants, qui comprennent des fractions légères.

D'après la figure 5, le point d'éclair de l'huile de lubrification neuve est 235 °C, alors que celui obtenu à l'aide d'un traitement à l'acide est 220 °C. La diminution du point d'éclair de l'huile usagée est due à la distillation avec le carburant, c'est que pour un véhicule automobile avec de mauvais segments de piston, le point d'éclair diminuera en raison de la distillation avec le carburant [10]. Par conséquent, le point d'éclair de l'huile traitée est acceptable en comparaison avec celui d'une huile neuve.

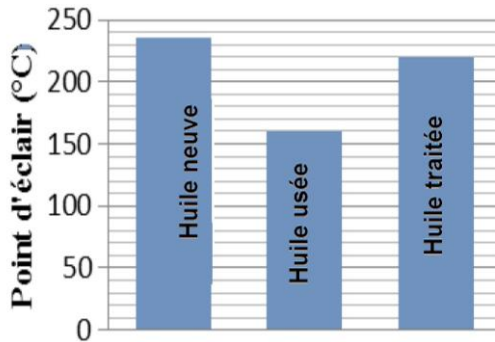


Fig. 5: Effet du traitement sur le point d'éclair

5.5 Densité

La densité de l'huile de lubrification usagée est supérieure à celle d'une huile neuve, et à celle d'une huile traitée. Les résultats pour l'huile lubrifiante neuve et usagée sont 0.875 et 0.895 respectivement, tandis que celle d'une huile régénérée est 0.784.

La densité d'une huile contaminée pourrait être inférieure ou supérieure à celle de son lubrifiant vierge en fonction de la nature de la contamination. Si l'huile de lubrification utilisée était contaminée en raison de la dilution du carburant et / ou de l'eau en provenance à partir de la combustion du carburant dans le moteur et une contamination accidentelle par la pluie, sa densité sera inférieure que celle de son huile de lubrification fraîche ou celle régénérée.

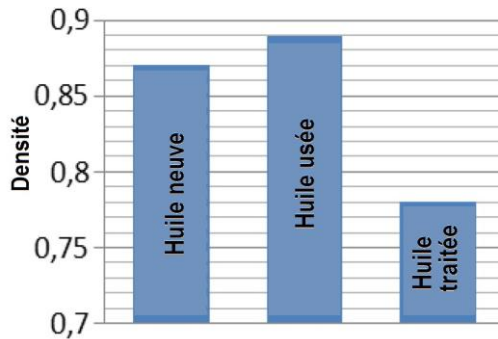


Fig. 6: Effet du traitement sur la densité

6. CONCLUSION

D'après les résultats présentés dans ce travail, il est clair que la méthode de traitement utilisée permet d'enlever efficacement les contaminants de l'huile lubrifiante usagée, et d'obtenir une huile traitée avec des caractéristiques proches de celle d'une huile neuve. Dans l'ensemble, la méthode de traitement à l'acide s'avère très efficace, en considérant les résultats obtenus en pourcentage, puisque un traitement à l'acide, permet de récupérer la viscosité de l'huile à 94 %, le point d'écoulement à 100 % et le point d'éclair à 93 %.

REFERENCES

- [1] M. El-Fadel and R. Khouy, '*Strategies for Vehicle Waste-Oil Management: A Case Study*', Resources, Conservation and Recycling, Vol. 33, N°2, pp. 75 - 91, 2001.
- [2] G.S. Dang, '*Rerefining of Used Oils: A Review of Commercial Process*', Journal of Wiley Inter Science, Vol. 3, N°4, pp. 445 - 457, Mars, 2006.
- [3] P.A. Asseff, '*Lubricating Oil Additive, Description and Utilization*', Lubricol Corp, Wickliff, Ohio, pp. 140 - 142, 1961.
- [4] C.C. Coyler, '*Gasoline Engine Oils: Performance, Evaluation and Classification*', p. 112, 10th World Petroleum Congress, Moscow, 2000.
- [5] D.B. Marghitu, '*Mechanical Engineer's Handbook*', USA, Edition 2001.
- [6] A. Jones, '*Lubricating Oil Through the Process of Refining Used Motor Oil*', 2010, 'Online', Available: ww.articlealley.com/article.
- [7] M.A. Scapin, '*Recycling of Used Lubricating Oils by Ionizing*', Linking Hub, 2007. 'Online' Available: elservier.com/retrieval/pii/30969806X0700182X
- [8] J. Denis, J. Briant et J.C. Hipeaux, '*Physico-Chimie des Lubrifiants, Analyses et Essais*', Publication IFP, Editions Technip, Paris, 1997
- [9] J. Rincon, '*Regeneration of Used Lubricant Oil by Polar Solvent Extraction*', 2005, 'Online', Available: pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ie040254.
- [10] A. Firas and P. Dumitru, '*Design Aspects of Used Lubricating Oil Rerefining*', 2006, 'Online', Available: books.google.com.ng/books?isbn