

## Анализ на отработили масла при поддържане на аграрно-индустриалната техника

Антониев А., Д. Бекана, П. Кангалов

*Predictive maintenance has gained wide acceptance as a cost cutting strategy and improve maintenance in modern industry. Condition monitoring by lubricant analysis is one of the basic tools of a predictive maintenance program along with vibration monitoring, performance monitoring and thermography. In today's modern power generation manufacturing, agricultural and industrial machinery, the cost of equipment maintenance, service, and lubricants are ever increasing. Machine condition monitoring based on oil analysis has become a prerequisite in most maintenance program.*

*In paper we have analyzed machinery condition with used engine oil. A result of remaining useful life of used engine oil also is analyzed.*

**Key words:** oil analysis, failure, agro- industrial machinery, maintenance

### Въведение

Смазочните масла са важна част от съвременната технология при проектиране и използване на селскостопанската, автомобилната, индустриалната и др. техники. Едно от основните предназначения на маслата е използването им като смазочна течност, която да отдели триещите се двойци една от друга. За да се осигури това са важни не само мазилните свойства на маслата, но и техните обемни характеристики. В настоящия момент, изискванията към произвежданите смазочните продукти са силно завишени, като производителите ги покриват чрез комбинация от добавки и подбрани базови масла. По този начин се подобряват работните им характеристики и могат да се използват за по-дълъг експлоатационен период при по-високи работни температури. Един от методите за постигане на икономически ефект при поддържането на машините е анализиранието на отработили масла.

### Изложение

С течение на времето, дори и най-висококачествените смазочни продукти променят своите параметри и характеристиките си, тъй като различни елементи като прах, вода или продукти от износването проникват в маслото, а високите работни температури и въздействието с кислорода от въздуха причиняват стареене на маслото. Тези промени могат да направят маслото неизползваемо. Ако дадена машина работи в идентични условия за по-дълъг период от време, резултатът често е скъп ремонт и големи престои в сервизните бази.

С цел избягване на подобни проблеми, е необходимо да се извършва редовна проверка за състоянието на смазочната течност. Този анализ е важен метод при поддържането на аграрно-индустриалната техника. В голям процент от случаите, тежките повреди се идентифицират в начален стадий, което позволява те да се предотвратят с минимални средства. Чрез анализа на маслото може да се установи износването в двигателя, трансмисията и хидравликата, дали то е в определените граници или е над тях, замърсяването на маслото и неговия остатъчен ресурс. Това позволява да се редуцират или увеличат интервалите на смяна на маслото. Много от производителите на машини, изискват извършването на подобни анализи през гаранционния период на машините.

Целта на настоящата работа е, чрез извършването на анализ на масла от аграрно-индустриална техника да се определи ефективността и значимостта от прилагането му, в условията на българското земеделие в настоящ момент, въз основа на който да се подобрят поддържането на машините.

Едни от водещите компании при производството на машини като CUMMINS, KAMATSU, CATERPILLAR и др. препоръчват вземане на проби от маслата през оп-

ределени интервали от м.ч. и обръщане особено голямо внимание на физико-химическите показатели [1, 2].

Анализът на смазочните течности:

- Позволява да се установят предстоящи повреди на достатъчно ранен етап, за да могат да се предотвратят
- Дава възможност да се определи реалното състояние на машината, без да е необходимо тя да бъде разглобена, т.е. прилагане на безразрушителен контрол
- Спестява много разходи от преждевременни ремонти и принудително спиране на машините
- Прецизно планиране интервалите на смяна на маслото
- Намаляване замърсяването на природата посредством намаляване на отпадните продукти от маслото
- Предоставяне на важни лабораторни отчети

Анализът на смазочните масла може да се осъществи чрез лабораторни, моделни, моторни и експлоатационни изпитания. При първите се извършват химични, физични и физикохимични анализи, като изследваните показатели са вискозитет, температура на самовъзпламеняване, температура на застиване, относителна плътност, киселинност, пепел, цвят, съдържанието на вода и др. При моделните методи се изследват експлоатационните качества на маслата, като антиокислителни, противозадирни, антикорозионни, миещи и др. свойства. Това се реализира с апаратура с помощта на която се симулира работата на маслата в реални условия [2, 3, 4]. Сред тях са тестовете за измерване на вискозитета при високи температури и натоварвания и следователно при наличие на големи сили стремящи се да разкъсат молекулите на маслото. В тази група са и тестовете за загубите при изпарение, за установяване на минималната температура при която маслената помпа може да задвижи маслото и снабди триещите се двойци. При третия вид тестове-моторните, пробите се сравняват с еталонни масла, като се измерват динамометричните показатели при работа на стендови двигатели. Последните се извършват в процеса на работа на машините.

Вземането на проби трябва да се извършва по определени изисквания. Важно е да се отбележи, че анализа ще се основе изцяло на взетата проба. Едно от изискванията при вземането на проба е маслото да бъде добре разбъркано и загрято. Това гарантира, че продуктите от износването няма да са утаени на дъното на картера. Работата с загрели масла трябва да се извършва внимателно, защото те могат да причинят сериозни изгаряния. Най-лесният начин за вземане на проба е това да се направи при смяната на маслото. Тя трябва да се напълни в подходящ за целта съд. Пробата може да се вземе и без източване на маслото чрез специална помпа.



Фиг.1. Апарат ТМЕН 1 на SKF



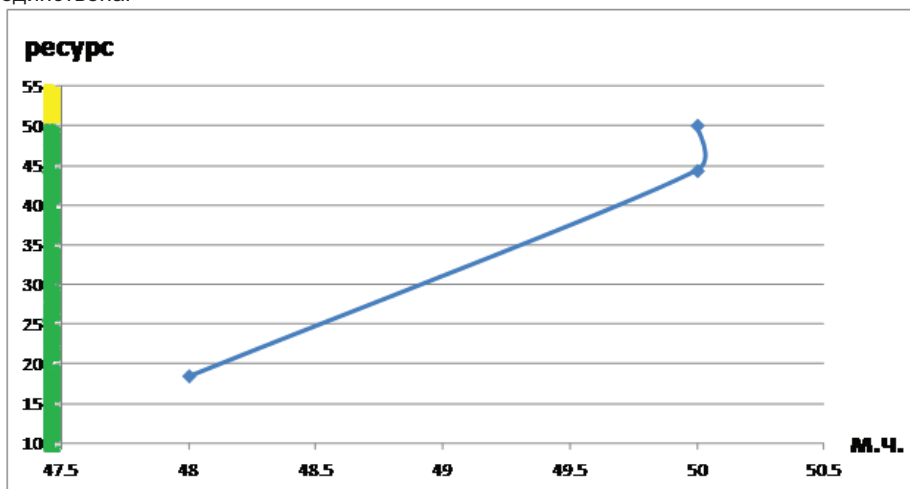
Фиг.2. Проба от ново и отработило масло

Взетите проби за настоящата работа са от двигатели от аграрно-индустриална техника работеща при различни експлоатационни условия. Взети са при извършване смяната на маслото. Пробите са анализирани с апарат на фирмата SKF - ТМЕН 1. Той работи по метода на сравнителния анализ, като сравнява проба от новото масло с проба от отработилото и определя остатъчния ресурс.

Апаратът ТМЕН 1 има 3 зони, които определят състоянието на маслото. Първата зона- зелената е до 50. При нея маслото още е с добри показатели и значителен ресурс. Втората(жълта) е в интервала 50 - 60 и се характеризира с намалени показатели на маслото и се препоръчва смяна на маслото. Третата зона(червена) е в интервала 60 – 100. Маслата попаднали в тази зона подлежат на задължителна смяна с нови. Тяхното по-нататъшно използване ще доведе до сериозни износвания на триещите се двоици и появата на повреди на машините.

Пробите са вземани през различни интервали измерени в моточасове обособени в три групи. Първата група са взети след периода на разработка на нови машини. Втората група е при смяната на маслото след 250 м.ч. отработка. Третата група е след пропуснатата смяна на масло – 500 м.ч.

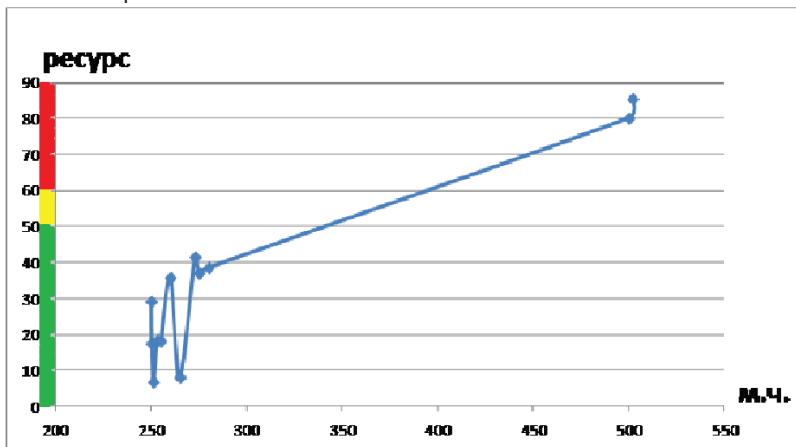
На фиг.3. е показана графика получена при анализ на проби взети след процеса на разработване на нови машини. От нея става ясно, че смените са направени в точния момент. Маслата се намират в края на зеления сектор, което се обуславя от факта, че при първоначалното сработване на двигателите, износването е значително а от там се определя и по-късия интервал от 50 м.ч. на смяна. Пробата взета при 48 м.ч. има значителен остатъчен ресурс, но тя може да се пренебрегне защото е единствена.



Фиг.3. Графика на оставащия ресурс на двигателното масло при смяна след 50 м.ч. при разработка на нови машини.

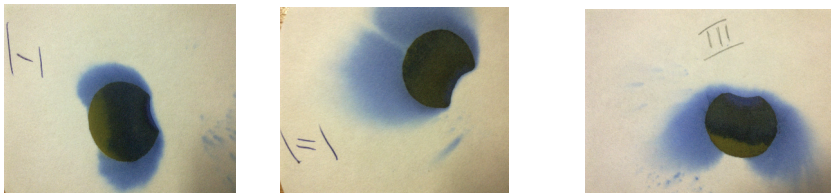
Графиката на фиг.4. е получена от втората и трета група проби взети при смяна на маслото извършена след 251 до 280 м.ч. и 500м.ч. Вижда се, че пробите до 300 м.ч. са със значителен остатъчен ресурс и доказва високото качество на смазочните продукти. Това означава че машините могат да работят още известен период до достигане на граничните стойности на ресурса. От тук следва, че спиранията за обслужване на машините ще са след по-голям период от моточасове. Разходите за поддържане ще намалят което ще доведе и до намаляване на себестойността на селскостопанската продукция. Това определя икономическия ефект от анализа на маслата.

Третата група проби са взети след като е пропусната една смяна на маслото т.е. след 500 м.ч. Те са попаднали в червения сектор и ресурса на тези масла е изчерпан и по-нататъшното им използване ще доведе до сериозни повреди и спирания на машините за ремонт.



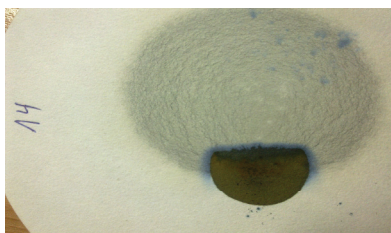
Фиг.4. Графика на оставащия ресурс на двигателното при смяна в интервала 251÷280 м.ч. и 500м.ч.

Пробите от маслата се тествани и за алкален резерв (алкално действащи вещества). Същия защитава двигателя от корозия, като неутрализира киселините образувани при изгарянето на дизеловото гориво. Голяма част от маслата, особено двигателните са обогатени с алкални добавки. Измерването на алкалния резерв гарантира затова дали маслото може да защити двигателя от корозия или не. За целта, върху филтърна хартия се капват 1-2 капки индикатор фенолфталеин и веднага върху петното от индикатора се пренася с помощта на заоблена стъклена пръчка капка от изпробваното масло.



Фиг.6. Проби за алкален резерв на нови масла.

Червеното оцветяване на капката масло показва, че продуктът съдържа алкално действащи вещества.

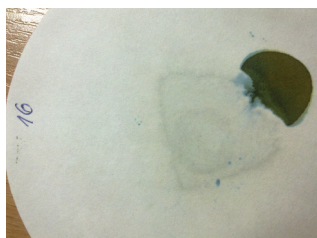


Фиг.7. Проба за алкален резерв на масло сменено след 50 м.ч

Направените проби дават представа за състоянието на маслото, неговия алкален резерв, неговото относително намаляване в сравнение с новото масло и ресурс. При пробите взети след отработка от 250 м.ч. алкалния резерв е значителен в сравнение с новите масла. За разлика от тях, пробите след 500м.ч. както и тези след 500м.ч. са с по-малък алкален резерв.



Фиг.8. Проби за алкален резерв на масла сменени след 250 м.ч.



Фиг.9. Проби за алкален резерв на масло сменено след 500 м.ч.

### Заклучение

Използването на гореописаните методи за анализиране на отработили масла, дава ясна представа за състоянието на смазочните продукти. За провеждането им не е необходима специализирана лаборатория и анализа може да се извърши на място при машината. Резултатите от анализа на маслата показват, че групата масла сменени в интервала 250÷300 м.ч. имат значителен остатъчен ресурс и все още могат да се използват, а заложените интервали на смяна могат да се увеличат. Това ще доведе до намаляване разходите по поддържане на машините, което обуславя и икономическия ефект от анализа. Също така зараждащите се повреди могат да бъдат локализирани още в ранен стадий и отстраняването им ще бъде с минимални средства. Спиранията за тежки ремонти ще се намалят откъдето ще се увеличи и производителността на машините.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Г. Г. Немсадзе, Диагностика состояния двигателя и качества моторного масла. 24.03.2010 г.
- [2] Surapol Raadnui, Srawut Kleesuwan, Low-cost condition monitoring sensor for used oil analysis, Wear 259 (2005) 1502–1506
- [3] S. RAADNUI, Used oil degradation detection sensor development, Int. J. of Applied Mechanics and Engineering, 2006, vol.11, No.4, pp.765-769
- [4] L. Guan, X.L. Feng, G. Xiong, J.A. Xie, Application of dielectric spectroscopy for engine lubricating oil degradation monitoring, Sensors and Actuators A 168 (2011) 22–29

### За контакти:

Доц. д-р Д. Бекана, Катедра “Ремонт надеждност и химични технологии”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел.: +359 888 701, e-mail: dbekana@uni-ruse.bg

Рецензент: доц. д-р Ив. Митев