

Изследване противоизносните свойства на синтетични хидравлични естерни масла с различни противоизносни добавки

Пламен Кангалов, Митко Николов, Димитър Павлов

Investigation of the anti-wear properties of synthetic hydraulic oils of ester type with anti-wear additives: The anti-wear properties of synthetic hydraulic oils of ester type with different anti-wear additives are studied on a four-ball machine. It was established that the complex ester of adipic acid, polyethylene glycol-200 and isooctanol of viscosity grade 32 meets the requirements of the international standards about anti-wear performance.

Key words: Wear, Four-ball machine, Complex esters, Synthetic oils, Hydraulic oils, Carboxylic acids.

ВЪВЕДЕНИЕ

Една от основните функции на всички масла е да намалят триенето и износването между триещите се части в машините. Важна роля за това е те да притежават висока смазочна способност (масленост). Тъй като съвременните минерални масла са дълбоко рафинирани и премахнати в голяма степен смолите и другите полярни съединения, подобряващи противоизносните свойства се налага към тях да се добавят специални вещества, наречени противоизносни добавки. Голяма част от синтетичните масла и по специално естерите са полярни съединения. Последните притежават по-висока смазочна способност в сравнение с минералните масла [4,5].

ИЗЛОЖЕНИЕ

Освен от природата на смазочното масло маслеността зависи и от вискозитетния клас на маслото. По-вискозните масла имат по-висока носеща способност (по-трудно се разкъсва смазочния филм). Ето защо, за синтетично хидравлично естерно масло от вискозитетен клас 22 не се изисква изпитване на ЧСМ и FZG машини.

Изискванията, на които трябва да отговарят синтетичните хидравлични масла за противоизносни свойства по стандартите на ASTM D4172 и ГОСТ 13076-86 съществено се различават по отношение натоварването на ЧСМ в килограми.

Цел на тази работа е да се изследват противоизносните свойства на четири-сачмена машина (ЧСМ) по горецитираните стандарти на синтезираните от нас естерни масла на триметилолпропан с пеларгонова киселина и комплексен естер на адипиновата киселина с полиетиленгликол-200.

Технологиите за получаване на естерите са описани в друга наша работа [8].

Изследваните базови естерни масла, легирани с различни противоизносни добавки притежават вискозитетни характеристики, показани на таблица 1.

Таблица 1

Вискозитетно-температурни свойства на естерни масла

№	Вид на естера	Кинематичен вискозитет, mm ² /s		ВИ
		40°C	100°C	
1	Естер на триметилолпропан с пеларгонова киселина	22,2	4,7	134
2	Комплексен естер на адипинова киселина с полиетиленгликол 200	30	6,3	180

Легирането на естерите се извърши с различни добавки както следва:

1. Адитин 9321 – безпепелна комплексна добавка за хидравлични масла.
2. Лубризол 5703 – противоизносна добавка.
3. Лубризол 1395 – антиокислителна добавка с противоизносно действие.
4. Олоа 267 – антиокислителна добавка с противоизносно действие.

Изследванията на противоизносните свойства се провеждоха на ЧСМ (фиг.1) при стайна температура и различни натоварвания на машината от 20 kg, 30 kg и 40 kg за време 1 час.



Фиг.1. Четирисачмена машина

Оценката на противоизносните свойства се извърши чрез средния диаметър на износване на петната от сачмите (d_{cp}).

Резултатите от изследването на противоизносните свойства на естера на три-метилолпропан с пеларгонова киселина (ТМП) са представени на таблица 2.

От табл.2 се вижда, че с понижаване на натоварването (P) от 40 kg до 20 kg d_{cp} на износване на базовото масло монотонно намалява от 0,91 mm за $P=40$ kg до 0,69 mm за 20 kg. Същата тенденция на намаление се наблюдава и за ТМП-естер легиран с 1,4% многофункционална добавка Лубризол 1395 (при $P=40$ kg $d_{cp}=0,68$ mm, а при $P=20$ kg $d_{cp}=0,51$ mm).

Износването на всички легирани ТМП хидравлични масла при $P=30$ kg са близки помежду си като $d_{cp}=0,51$ mm до 0,53 mm. Тези стойности за d_{cp} на синтезирания от нас естер при същите условия на изпитване $P=30$ kg, стайна температура, за 1 час и вискозитетен клас на маслото 22 са сравними с аналогични чужди контрапродукти [3, 7].

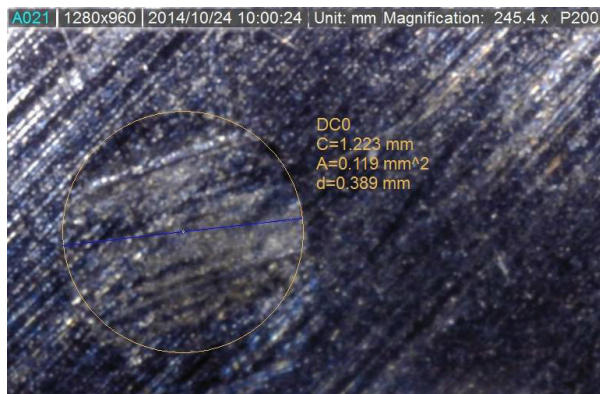
Комплексният полиестер (КПЕ) на база адипинова киселина, полиетиленгликол-200 и изооктилов алкохол е от вискозитетен клас 32. Гранично допустимата стойност за този вискозитетен клас за d_{cp} по ASTM D 4172 и DIN 51350 е не повече от 0,40 mm при $P=30$ kg, стайна температура и време за изпитване 1 час. Резултатът от износването на сачмите от ЧСМ за КПЕ без добавки е $d_{cp}=0,49$ mm, а с 1,3% добавка Олоа

267 $d_{cp} = 0,39 \text{ mm}$ (фиг.2). Видно е, че се задоволяват горепосочените международни стандарти [1, 2, 6].

Таблица 2

Среден диаметър от износване (d_{cp}) на сачмите в mm на ЧСМ на естер триметилполпеларгонат с различни натоварвания и добавки

№	Естер на триметилполпропан с пеларгонова киселина (ТМП) с различни добавки	Натоварване на ЧСМ, kg		
		40	30	20
		d_{cp} , mm		
1	Базово масло (без добавки)	0,91	0,74	0,69
2	ТМП с 1% Лубризол 5703	-	0,51	0,50
3	ТМП с 1,5% Адитин 9321 и 1,3% Олоа 267	-	0,53	0,52
4	ТМП с 1,5% Адитин 9321 и 1% Лубризол 5703	-	0,53	0,50
5	ТМП с 1,4% Лубризол 1395	0,68	0,52	0,51



Фиг.2. Диаметър на петното на комплексен естер с добавки при натоварване 30 kg

Отличните противоизносни свойства на комплексния естер се дължат на високата полярност на макромолекулите, които се адсорбират здраво върху металната повърхност (адсорбционните сили на свързване са от порядъка на 13 до 15 kcal/mol) като предотвратяват прекия метален контакт между триещите се тела и по този начин намаляват износването и загубата на енергия от триене. По тази причина тези естери, прибавени към смазочните материали в малки количества от 0,2 до 2% се използват като модификатори на триене.

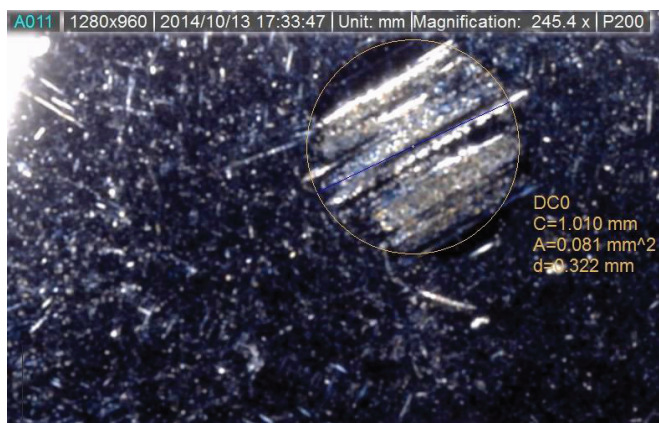
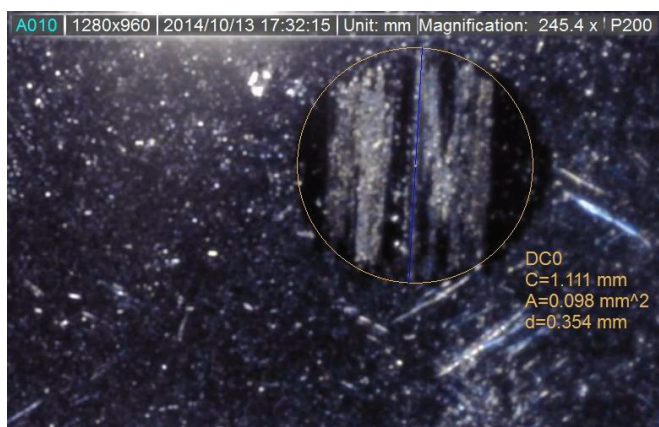
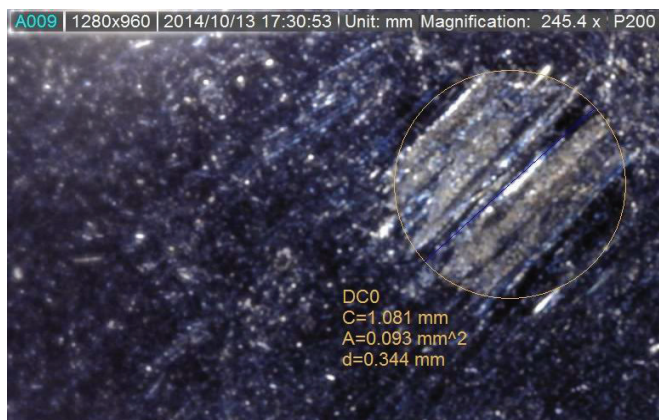
Същата гранично допустима стойност на износване за $d_{cp}=0,40 \text{ mm}$ е установена за синтетични масла по ГОСТ 13076-86, но при значително по-ниско натоварване на ЧСМ $P=20 \text{ kg}$.

Резултатите получени за $d_{cp}=0,35 \text{ mm}$ (фиг.3) за синтезирания от нас комплексен полиестер, съгласно изискванията на руския стандарт задоволяват залегалата норма от 0,40 mm с голям резерв.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Изследвани са противоизносните свойства на ЧСМ на комплексен естер на база адипинова киселина с полиетиленгликол 200 и на триметилполпропана с пеларгонова киселина.

2. Стойностите за средния диаметър на износване на сачмите при изпитване на КПЕ от вискозитетен клас 32 на ЧСМ задоволяват изискванията на международните стандарти за синтетични естерни масла.



Фиг.3. Петна на износване на сачмата при стайна температура с комплексен полиестер с натоварване на ЧСМ 20 kg, за 1 час

Статията е свързана с изпълнението на научно-изследователски развоен проект "Рецептурни състави за синтетични смазочни масла от естерен тип" от Шеста конкурсна сесия на НИФ: № 6 ИФ-02-28/15.12.2012 с бенефициент "НИПТИАТ" ООД.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] ASTM D 4172
- [2] ISO 15380/2005
- [3] Margaret, M. et. al., Synthetic Lubricant Base Stock Processes and Products, Wu, Ho and Forbus, 2009
- [4] Rizvi, S.Q.A., A comprehensive review of lubricant chemistry, technology, selection and design, ASTM International, Baltimore, 2009
- [5] Rudnick, L.R., Synthetics, Mineral Oils, and Bio-Based Lubricants: Chemistry and Technology, CRC Press, New York, 2006
- [6] ГОСТ 13076-86
- [7] Каталог „Rhein Chemie” Performance Data, Additin RC 9321, Германия, 2011
- [8] Павлов Д., Н.Господинова, Ст.Кереков, Синтез на комплексни естери на ди-карбоксилни киселини с полиалкиленгликоли, както и естери на неопентилполиоли с монокарбоксилни киселини, Н.тр.на Русенски университет, 2014, под печат

За контакти:

Проф. д-р инж. Пламен Кангалов, катедра "Ремонт, надеждност, механизми, машини, логистични и химични технологии", Русенски университет "Ангел Кънчев", тел.: 082-888 441, e-mail: kangalov@uni-ruse.bg

Доц. д-р инж. Митко Николов, катедра "Ремонт, надеждност, механизми, машини, логистични и химични технологии", Русенски университет "Ангел Кънчев", тел.: 082-888 458, e-mail: mnikolov@uni-ruse.bg

Доц. д-р Димитър Павлов, катедра "Ремонт, надеждност, механизми, машини, логистични и химични технологии", Русенски университет "Ангел Кънчев", тел.: 082-888 733, e-mail: tpavlova@uni-ruse.bg