

Повишаване трайността на триещи се при плъзгане двоци чрез модификатори на триенето

Митко Николов, Пламен Кангалов, Десислава Белева, Кристина Дякова-Димитрова

Abstract: *Tripping of friction pairs as ending operation of the process of repair of tractor engines determine their durability and reliability. One of the major directions for intensification and acceleration of the tripping of the friction pair is the use of special oils incorporated therein friction modifiers.*

Key words: *friction. activation. modifiers. wear. Lead bronze 30, Steel 45*

ВЪВЕДЕНИЕ

Сработването на триещите се двойки като завършваща операция от технологичния процес при ремонта на автотракторните двигатели определя тяхната трайност и безотказност. Ускореното сработване при оптимални условия осигурява бързо въвеждане на машините в експлоатация, повишава производителността на труда и общата ефективност от използването им. Повишаването на износоустойчивостта на възстановените или новоизработени детайли е от изключително важно значение за икономиката на всяка страна тъй като намалява разходите за резервни части, суровини, материали и енергия [1].

Едно от основните направления за интензификация и ускоряване на сработването на триещите се двойки е използването на специални масла с въведени в тях модификатори на триенето. Основно изискване към тези масла е те да спомагат за бързо сработване при минимално износване, при което ресурсът на отремонтираните двигатели се увеличава до 70 % [2]. Съществен дял от модификаторите на триене заемат металоорганичните съединения, несъдържащи сяра и фосфор, производни на висшите мастни киселини с някои метали: мед, молибден и др., които при изгарянето си образуват пепел. Втора основна група модификатори на триене са органични съединения, т.н. безпепелни, несъдържащи в състава си метал, сяра и фосфор.

В групата на безпепелните антифрикционни модификатори се включват естери на мастните киселини с поливалентните алкохоли, амиди, амини и др. [3]

В последните години като модификатори на триенето се използват металорганични съединения на "меките" метали мед, калай, молибден [2].

В практиката използването на естери в качеството на модификатори на триене е ефективно с концентрация до 3 % спрямо смазочния материал. При по-голяма концентрация се наблюдава насищане на адсорбирания естер върху металната повърхност, като по-голямото количество естери вече не влияе съществено на намаляването на коефициента на триене [3].

Цел на изследването е установяване на трайностните характеристики на триещи се двоци от Ст 45 и БО 30 при сработване с базово масло М 10 Д₂/Е₁ и масло М 10 Д₂/Е₁ с добавка на комплексен полиестер.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Маслата от естерен тип представляват съществена част от синтетичните масла и намират широко приложение под формата на смазочни продукти с най-разнообразно предназначение за хидравлични, моторни, трансмисионни и компресорни масла. Използват се за смазочно-охлаждащи течности, за присадки към други масла, като маслена основа за пластични смазки, за пластификатори на поливинилхлорид и др.

Синтетичните естерни масла притежават отлични свойства като превъзхождат минералните масла по много показатели: смазочна способност, вискозитетно-температурни свойства, нискотемпературни характеристики, ниска изпаряемост, предизвикват по-малко отлагания, по-икономични са и са биоразградими. [4]

За основни входни параметри на модела за изследване на процеса на сработване на триещите се повърхности при плъзгане (фиг.1) са приети видът на модификатора на триенето и неговата концентрация в маслото, а за изходни векторите на параметрите на износването, момента на триене, твърдостта и грапавостта на триещите се повърхности.



Фиг.1. Модел за изследване процеса на сработване на триещи се повърхности при плъзгане:

V_m, K_m са вид на модификатора, концентрация на модификатора; J_i, M_i, H_ц, R_z - вектори на параметрите на износването, моментите на триене, твърдостта и грапавостта на триещата се повърхност.

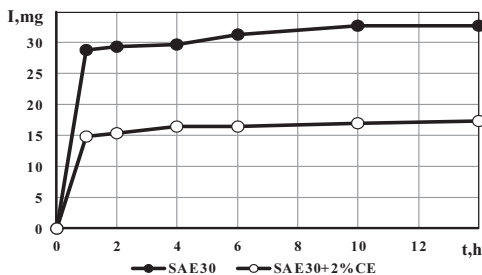
На изследване са подложени двойки образци от СТ 45, закалена при нагряване с ТВЧ и антифрикционна сплав от оловен бронз БО 30. Опитите са проведени, на машина СМЦ-2 по схемата ролка-сектор в условията на течно мазане. Едната серия опити са проведени с базово масло М10Д₂/Е₁, а другата с добавка на 2 % КПЕ (комплексен полиестер) към базовото масло. Температурата на маслото в малко - обемната камера за триене и износване в процеса на сработването се намира в диапазона 30...40 °С. Тази температура съответства на режимите при студено прогонване и пускане на ремонтираните автотракторните двигатели, когато се получава значително износване. С всяка двойка образци са провеждани по 6 опита с обща продължителност 14 часа. Първите два опита са с продължителност по 1 час, вторите два опита по 2 часа и последните два по 4 часа.

При комплектоването на ролките и секторите в двойци е извършван селективен подбор на образците по твърдост, грапавост и отклонения на размерите за постигане на по-добра възпроизводимост на експерименталните резултати. Ролките след закаляване и отпускане са с твърдост 55±2 HRC и HV₅ = 6100 ±400 МРa, а антифрикционния слой на секторите е – HV₅ = 490±50 МРa. Макротвърдостта на триещите се повърхности е определена по метода на Викерс с твърдомер ТП-1, при натоварване 5 kg, а микротвърдостта – с прибор ПМТ-3 при натоварване 100 g за ролката и 50g за сектора. Предварителните измервания на твърдостта на закалените повърхности на ролката са извършени по метода на Роквел и твърдомер ТР.

Ролките имат диаметър на триещата се повърхност 50 mm с грапавост по Ra = 0,58...0,65 μm, ширина 12 mm. Секторите са с ширина 10 mm, с триеща се повърхност от 2 cm² и начална грапавост по Ra = 0,75...1,16 μm.

Сработването и износването на образците е извършено при постоянно натоварване от 100 daN и постоянна честота на въртене 540min⁻¹, вследствие на което налягането в триещата се двойца е 5 МРa, скоростта на плъзгане – 1,40 m/s и триботехническа характеристика PV = 7,05 МРa.m/s. Натоварването на триещата двойка е извършено безстепенно със скорост 1 МРa/min и е измерено с точност 1 daN.

На изследване са подложени двойки образци от СТ 45, закалена при нагряване с ТВЧ и антифрикционна сплав от оловен бронз БО 30. Опитите са проведени, на машина СМЦ-2 по схемата ролка-сектор в условията на течно мазане. Едната серия опити са проведени с базово масло М10Д₂/Е₁, а другата с добавка на 2 % КПЕ (комплексен полиестер) към базовото масло. Температурата на маслото в малко - обемната камера за триене и износване в процеса на сработването се намира в диапазона 30...40 °С. Тази температура съответства на режимите при студено прогонване и пускане на ремонтираните автотракторните двигатели, когато се получава значително износване. С всяка двойка образци са провеждани по 6 опита с обща продължителност 14 часа. Първите два опита са с продължителност по 1 час, вторите два опита по 2 часа и последните два по 4 часа.



Фиг.2. Интегрални криви за големината на износване на двойцата Ст45-БО30 с масло М10Д₂/Е₁ (SAE 30 API CH/SJ) без и с 2 % модификатор на триенето (Комплексен полиестер на адипинова киселина с полиетиленгликол-200)

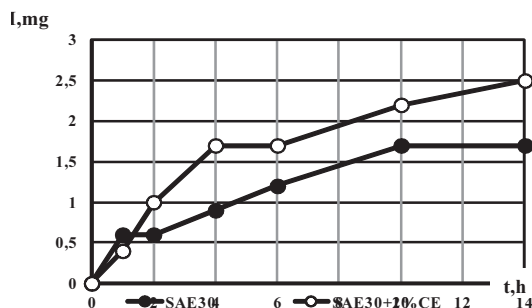
Изменението на големината на сумарното износване при различните двоци и техните елементи в еднаква смазочна среда са показани на (фиг.2...4).

Динамиката на големината на износване на триещ се двойка Ст 45 - БО 30 в масло М 10 Д₂/Е₁ и М 10 Д₂/Е₁ с добавка на 2 % комплексен полиестер на адипинова киселина с полиетиленгликол-200 при температура 40 °С е показана на фиг.2.

Характерът на изменението на интегралните криви за големината на износване на двоицата Ст45-БО30 с масло М10Д₂/Е₁ (SAE 30 API CH/SJ) с 2 % модификатор на триенето съответства на класическата крива на износването, с ярко изразен участък на сработване в рамките на 1 час.

Големината на износване на ролката Ст45 при триене на плъзгане с масло М10Д₂/Е₁ (SAE 30 API CH/SJ) с 2 % модификатор на триенето значително се различава от износването с базово масло.

При двоицата Ст45-БО30 процесът на сработване протича интензивно в първия час, след което настъпва период на установено износване. Сработването в този случай основно се дължи на механично срязване на върховете на микронеровностите и пластична деформация на повърхностния слой.



Фиг.3. Интегрални криви за големината на износване на ролката Ст45 при триене на плъзгане с масло М10Д₂/Е₁ (SAE 30 API CH/SJ) без и с 2 % модификатор на триенето (Комплексен полиестер на адипинова киселина с полиетиленгликол-200).

14^{тия} час, сумарното износване на двоицата в маслото с добавка на 2 % модификатор КПЕ е значително по-малко в сравнение с базовото масло, което ще доведе до по-дълъг между-ремонтен ресурс.

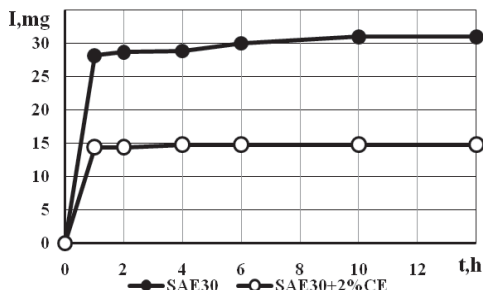
Големината на износване на ролката Ст45 с масло М10Д₂/Е₁ с 2 % модификатор на триенето е представена на фиг.3. По абсолютна стойност износването на Ст45 е няколкократно по-ниско в сравнение с това на БО30 поради това, че Ст45 е около 10 пъти по-твърда от оловния бронз.

Сработването на ролките в този случай е по-бавно, в сравнение с това на сектора, поради по-малката грапавост на ролката.

В този случай с добавка на 2 % модификатор КПЕ се предотвратява прекия метален контакт което улеснява приплъзването, а износването на двоицата ролка и сектор е 2 пъти по-малко в сравнение с еталонното моторно масло. По-малкото установено износване и сработване, при по-малка хлабина, е гаранция за увеличен моторесурс на триещите се двоци в ДВГ и индустриалното оборудване.

Използването на маслото с добавка на 2 % модификатор КПЕ намалява съществено големината на износване в сравнение с маслото без добавка.

В края на изпитването, след



Фиг.4. Интегрални криви за големината на износване на сектора БО30 при триене на плъзгане с масло М10Д₂/Е₁ (SAE 30 API CH/SJ) без и с 2 % модификатор на триенето (Комплексен полиестер на адипинова киселина с полиетиленгликол-200)

Големината на износване на двоицата се определя основно от сработването на антифрикционната сплав на БО30, което се потвърждава от фиг.4. От нея се вижда, че интензивно износване и сработване за двете моделни системи, които са екви-дистантни се извършва до края на първия час, след което те се запазват постоянни. В края на опитите (до 14-тия час) износването с модификатор на триене е над 2 пъти по-малко в сравнение с базовото масло.

По-малкото износване на двоиците в масла с добавка на КПЕ се обяснява с адсорбцията им върху триещите се повърхности, като запълват грапавините, увеличават носещата повърхност и улесняват приплъзването им.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Характерът на изменение на интегралните криви за големината на износване на двоицата Ст45-БО30 с масло М10Д2/Е1 (SAE 30 API CH/SJ) с 2 % модификатор на триенето съответства на класическата крива на износването, с ярко изразен участък на сработване в рамките на 1 час .

2. Установено е, че износването на триещата се двоица, която се сработва в масло М 10 Д₂/Е₁ с добавка на 2 % модификатор КПЕ в края на изпитването е два пъти по-малко в сравнение с това на базовото масло, което води до по-голям ресурс на ремонтираните двигатели.

3. Големината на износване на ролката Ст45 при триене на плъзгане с масло М10Д₂/Е₁ (SAE 30 API CH/SJ) с 2 % модификатор на триенето значително се различава от износването с базово масло.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Николов, М., П. Кангалов. Методика за изследване на триботехническите характеристики на възстановителни и превантивни покрития в различни смазочни среди при триене на плъзгане. Русе: Научни трудове на Русенския Университет, том 53, серия 1.1, 2014.

[2] Николов, М., М. Димитров, Н. Господинова. Повишаване трайността на ремонтирани автотранспортни двигатели чрез сработване с цинков олеат. Русе: Трудове на научната сесия, Русенски Университет, 2006.

[3] Керекков, С., Н. Господинова, Т. Деликостов, М. Николов. Изследване противозносниите свойства на комплексен естер на адипинова киселина с полиетилен гликол–200 като модификатор на триене в моторни масла.

[4] Павлов, Д., Н. Господинова, С. Керекков. Синтез на комплексни естери на дикарбоксилни киселини с полиакриленгликоли, както и естери на неопентилполиоли с монокарбоксилни киселини. Русе: Научни трудове на Русенския Университет, том 53, серия 1.1, 2014.

За контакти:

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

Проф. д-р инж. Пламен Кангалов, катедра "РНММЛХТ", Русенски университет "Ангел Кънчев", тел.:082 888 701, e-mail: kangalov@uni-ruse.bg

Инж. Десислава Белева, катедра „ РНММЛХТ”, Русенски университет „Ангел Кънчев”, GSM: 0884/ 631 473, e-mail: dbeleva@uni-ruse.bg

Инж. Кристина Дякова-Димитрова, катедра „ РНММЛХТ”, Русенски университет „ Ангел Кънчев”, GSM: 0887/ 825 638, e-mail: kdimitrova@uni-ruse.bg