

региона, в котором необходима установка оборудования. К примеру, на Абшеронском полуострове погода довольно часто бывает ветреной - около 300 дней в году дует ветер. В частности, в поселке Шубаны 227 дней в году дует ветер со скоростью более 75 км/ч и выше. Более того, солнечные дни на Абшеронском полуострове насчитывают более 200 дней в году, а в летние дни температура нередко достигает 40 градусов. Суммарный потенциал солнечной энергии оценивается в 500 мегаватт, в то время как потенциал для выработки энергии ветра составляет 350 мегаватт.

Таким образом, территория имеет неоспоримый потенциал, и использование альтернативных источников для выработки энергии более чем привлекательно. На фоне все более частых предупреждений экологов о загрязненности воздуха в крупных городах Азербайджана следует также выделить положительный экологический аспект использования альтернативных технологий в производстве энергии. Инвестирование в возобновляемые источники энергии также может значительно снизить расходы бюджета на электроэнергию. К примеру, Германия является основным сетевым импортером электроэнергии в Европе. Согласно оценкам, к 2050 году страна собирается использовать только возобновляемые источники энергии, которые помогут сэкономить миллиарды долларов, поскольку им не нужно будет импортировать энергию. Огромный толчок к применению альтернативной энергии может дать субсидирование данных технологий со стороны государства. Если взглянуть на шесть ведущих стран мира, которые субсидируют альтернативную энергию, общая сумма субсидий превышает 40 миллиардов долларов в год. Только в США в 2016 году 18,4 млрд долл. США были направлены на субсидирование энергии.

Вследствие стремительного роста цен на традиционные источники энергии технология произ-

водства энергии за счет альтернативных источников довольно быстро набирает обороты. В частности, стоимость производства солнечных батарей и ветряных мельниц падает большими темпами, что делает их доступными для конечных пользователей со средним достатком. Во многих развитых странах мини-солнечные и ветряные электростанции можно встретить на крышах домов и во дворовых участках. В Азербайджане данный экономический и политический механизм все еще не используется, но, принимая во внимание огромное количество плюсов, которые он может принести для экономики и энергетики страны, принятие данного закона не за горами.

Одним из основных препятствий в Азербайджане для развития альтернативной энергетики являются значительные топливно-энергетические запасы. Если Азербайджану удастся успешно претворить в жизнь все планируемые меры по развитию возобновляемых источников энергии, то уже в обозримом будущем объемы производства альтернативной энергии могут встать в один ряд с зарубежными развитыми странами мира.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Рынок альтернативной энергетики. Аналитический обзор (отчет) Демонстрационная версия РБК [Электронный ресурс]/ РосБизнес Консалтинг, 2010. – Режим доступа <http://marketing.rbc.ru/research/562949977031667.shtml>, свободный.
2. Говорушко С.М. Экологические последствия использования энергии океана // Альтернативная энергетика и экология, 2011.
3. Карабанов С.М., Безруких П.П., Гордиенко Г.В., Купопов М.В. Возобновляемая энергетика в энергобалансе страны // Альтернативная энергетика и экология, 2010, №2.
4. Обзор перспективных технологий в секторе альтернативной энергетики, 2017, 45 с.

INFLUENCE OF ELECTRIC FIELD ON ANTIWEAR PROPERTIES OF JET AVIATION FUELS REFORMULATED BY BIOCOMPONENTS

Trofimov I.

National Aviation University, Ukraine

Svirid M.

National Aviation University, Ukraine

Hetmanenko E.

National Aviation University, Ukraine

Ternovenko S.

National Aviation University, Ukraine

ВПЛИВ ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОЛЯ НА ПРОТИЗНОСНІ ВЛАСТИВОСТІ РЕФОРМУЛЬОВАНИХ БІОКОМПОНЕНТАМИ РЕАКТИВНИХ АВІАЦІЙНИХ ПАЛИВ

Трофімов І.І.

Національний авіаційний університет, Україна

Свирид М.М.

Національний авіаційний університет, Україна

Гетьманенко О.О.

Національний авіаційний університет, Україна

Терновенко С.В.

Національний авіаційний університет, Україна

Abstract

The antiwear properties of jet fuel, biocomponent derived from rye oil and their mixtures have been experimentally investigated. It is established that the addition of biocomponents to the composition of aviation fuel leads to the strengthening of the boundary film, reducing the coefficient of friction and improves the anti-wear properties of fuel mixtures. As a result of theoretical and experimental studies, the hypothesis of a positive effect of magnetic treatment on the change of physicochemical properties of biofuels was confirmed. It was found that the use of magnetic treatment causes a significant improvement in fuel properties, including affecting energy, environmental performance, as well as the wear of engine parts.

Анотація

Експериментально досліджено протизносні властивості палива для ПРД, біокомпоненту, отриманого з рижиевої олії та їх сумішей. Встановлено, що додавання біокомпонентів до складу авіаційного палива призводить до зміцнення граничної плівки, зменшення коефіцієнта тертя і покращує протизношувальні властивості паливних сумішей. В результаті теоретичних і експериментальних досліджень підтверджено гіпотезу про позитивний вплив магнітної обробки на зміну фізико-хімічних властивостей біопалив. Виявлено, що застосування магнітної обробки викликає помітне поліпшення властивостей палива, в тому числі впливають на енергетичні, екологічні показники, а також на знос деталей двигунів

Keywords: *biocomponent, saffron oil, aviation fuel, antiwear properties, magnetic treatment, wear, friction.*

Ключеві слова: *біокомпонент, рижикова олія, авіаційне паливо, протизносні властивості, магнітна обробка, зношування, тертя.*

Досвід експлуатації авіаційної техніки має значний статистичний матеріал по відмовам бортових систем через підвищений рівень зношування деталей. Узагальнений досвід з експлуатаційної надійності паливних систем вітчизняних і закордонних літаків свідчить, що майже 30 % усіх аварій і катастроф, до 50 % відмов авіаційних двигунів, від 20 до 40 % – гідравлічних і майже 10 % відмов паливних систем відбуваються внаслідок зниження експлуатаційних властивостей палив, а термін роботи насосів і інших агрегатів скорочується по цій причині у 6–7 разів [3, 4].

Підвищення довговічності, надійності і економичності авіаційних двигунів виступає комплексною проблемою і її вирішення досягається на всіх стадіях конструювання, виробництва і експлуатації виробів. Важливою умовою реалізації надійності і довговічності, покладених в конструкцію двигуна, є підвищення експлуатаційних властивостей паливно-мастильних матеріалів (ПММ).

Основна частина

Безперервне вдосконалення авіаційної та наземної техніки, забезпечення надійної, економічної і довговічної її роботи висувають високі вимоги до якості властивостей ПММ.

Існує можливість поліпшення характеристик двигунів за допомогою різних фізичних ефектів. Один з найменш вивчених способів - вплив на паливо, яке надходить в двигун, електромагнітними імпульсами спеціальної форми.

Відомо досить багато робіт (наприклад, [1, 2]), присвячених спрямованого впливу електромагнітних полів на властивості різних рідин. Основний напрямок застосування подібних пристроїв в нафтохімічній промисловості та енергетиці. При цьому спостерігається зменшення ступеня забрудненості камер згоряння і трубопроводів, зменшення димності відпрацьованих газів.

Сучасні вимоги до авіаційних палив, режиму і стабільних властивостей їх роботи в різних умовах визначають необхідність підвищення трибо-

хімічних властивостей існуючих нафтових авіаційних палив та нових сумішевих на основі біокомпонентів.

Саме тому питання відносно дослідження і поліпшення протизносних властивостей сучасних палив для автомобільних та реактивних двигунів є одним із складових при розгляді пріоритетних напрямів забезпечення надійності роботи моторної техніки і вузлів тертя.

Відомо, протизносні властивості палив для ПРД визначають надійність та ресурс роботи паливних агрегатів ПС, зокрема їх пар тертя [5–6]. Ці пари працюють в режимах тертя кочення, тертя ковзання і комбінованого тертя при різних навантаженнях, температурах, тиску, швидкості відносного руху в умовах рідкого та граничного змащування.

Змащувальні властивості палив залежать від їх хімічного складу, в'язкості, термоокиснювальної стабільності, вмісту механічних домішок, наявності поверхнево-активних речовин [1]. За високих питомих навантажень зазвичай спостерігається напіврідке тертя, коли поверхні тертя не повністю розділені паливом.

У разі напіврідкого тертя протизносні властивості палив для ПРД визначаються:

1) в'язкістю палива, що забезпечує гідродинамічний ефект розділення поверхонь тертя шаром рідини;

2) наявністю в паливі поверхнево-активних речовин, що утворюють на поверхні тертя абсорбційний шар високої міцності, який розділяє поверхні тертя і тим самим зменшує коефіцієнт тертя та зношування деталей [2].

Головною сировиною для виробництва біопалива з рослинних культур в Україні є ріпак. Ріпак за своїм хімічним складом та основними технічними характеристиками є одним із найпридатніших для виробництва альтернативних палив. Але культура ріпаку є вибагливою до умов вирощування, потребує постійного внесення добрив та іншого догляду,

істотно виснажує ґрунт на територіях, що традиційно використовувалися агропромисловими комплексами. Також додавання чистої ріпакової олії до авіаційного палива не рекомендується, адже висока в'язкість, низька температура змерзання, вміст води і органічних кислот є несприятливими чинниками використання чистого рослинної олії як паливо.

Також однією з популярних культур для виготовлення біопалива є ріжій, що зумовлено його надзвичайною пластичністю до агроекологічних умов вирощування та висока рентабельність виробництва. Таке біопаливо є досить ефективними і використовуються в авіації без зниження якості і характеристик роботи двигунів. Насіння ріжію містить 40–50% олії, що забезпечує вихід олії близько 1250 л/га. Ще однією перевагою цієї культури є можливість використання шроту (побічного продукту процесу екстракції олії) як корму для сільськогосподарських тварин та птиці.

Під час проведення експерименту було досліджено протизносні властивості авіаційного палива JET A-1, етилового естеру жирної кислоти ріжисевої олії та сумішей JET A-1 з рослинними біокомпонентами. Марка Jet A-1 відповідає вимогам ASTM D1655 [12]. Біокомпоненти були представлені сумішшю етилових естерів жирних кислот (ЕЕЖК(М)) ріжисевої олії, що відповідають вимогам EN 14214 [13], спеціально модифікованими для

застосування як компонента палива для ПРД. Модифікація проводилася вакуумним фракціонуванням відповідно до розробленої технології [11].

Для дослідження стану поверхонь тертя та коефіцієнту тертя було використано комплекс для дослідження трибологічних характеристик паливно-мастильних матеріалів, розроблений авторами [7,8]. Технічні умови комплексу дають можливість робити фотографічні знімки і відео зйомку поверхневих перетворень в динамічному режимі (рис. 1).

Пристрій для дослідження поверхонь тертя в постійному рівномірному та нерівномірному магнітних полях містить привід обертання у вигляді електродвигуна; статор тензометричної балки, на якому закріплюється робочий зразок; диск з контртілом, до якого тензометричною балкою притискається робочий зразок, а її тензодатчик з'єднано з приладом, що реєструє, станину, мікроскоп, фотокамеру, акустичний мікрофон, пружину навантаження, а також містить комп'ютер для відображення частотної характеристики та комп'ютер для відображення поверхні робочого зразка.

Додатково містить два магніти, що вмонтовують один напроти одного таким чином, що можливо змінювати розташування полюсів, паралельно диску з контртілом і робочим середовищем, які створюють постійне рівномірне та нерівномірне магнітне поле, яким впливають на робоче середовище, що дозволяє проводити додаткові дослідження.



Рис.1 - Установа для дослідження матеріалів на тертя та зношування при реверсивному переміщенні:

- 1 – незалежне джерело живлення для створення магнітного поля в зоні тертя,
 2 - амперметр для реєстрації магнітного поля, 3 - амперметр для реєстрації струму в зоні тертя,
 4 - переривник, 5 - магнітопровід, 6 - котушка індуктивності, 7 - джерело живлення,
 8 - осцилограф для реєстрації параметрів електричного струму в магнітопроводі, 9-навантаження,
 10 – вузол тертя, 11 - сміть для робочого середовища

Дослідження проводилися за схемою тертя «палець-площина» матеріал зразків ШХ15 – сталь 45 (загартованої до значення HRC 52), $\theta = 0,20$; $P = 5$ Н, частота = 1Гц. Розміри пальця-зразка: діаметр

– 4 мм, довжина – 33,5 мм. Оцінка зносу зразків виконувалась з профілографуванням плям зношування і одержанням величини об'ємного зношування за методикою [9]. Для дослідження використовується сумішеве авіаційне паливо Jet A-1

модифіковане етиловими естерами жирних кислот рижієвої олії та Jet A-1 модифіковане етиловими естерами жирних кислот рижієвої олії обробленого магнітним полем.

Пристрій для дослідження матеріалів на тертя [10], згідно з яким пристрій складається із електродвигуна, станини, мікроскопа Метам Р-1 «ЛЮМО» фотокамери «Quick 5 Cam Express», статора тензо-

метричної балки, де міститься пружина навантаження та акустичний мікрофон та кріпиться робочий зразок, диск з контртілом, комп'ютер для відображення частотної характеристики, комп'ютер для відображення поверхні робочого зразка.

Напрацювання на машині тертя проводились в мастильних середовищах згідно з даними таблиць 1, 2.

Таблиця 1

Матриця дослідження протизносних властивостей сумішевого авіаційного палива Jet A-1 модифікованого етиловими естерами жирних кислот рижієвої олії

| Номер зразка | Обсяг естеру в об'ємі палива, % | Навантаження зразка, P , [кг] | Час напрацювання зразка, t , [год] |
|--------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|
| 1 | 10 | 0,1 | 20 |
| 2 | 50 | 0,1 | 20 |
| 3 | 10 | 0,5 | 20 |
| 4 | 50 | 0,5 | 20 |
| 5 | 10 | 0,1 | 60 |
| 6 | 50 | 0,1 | 60 |
| 7 | 10 | 0,5 | 60 |
| 8 | 50 | 0,5 | 60 |

Таблиця 2

Матриця дослідження протизносних властивостей сумішевого авіаційного палива Jet A-1 модифікованого етиловими естерами жирних кислот рижієвої олії обробленого магнітним полем (під постійною дією МП)

| Номер зразка | Індукція магнітного поля, T_l [Тл] | Обсяг естеру в об'ємі палива, % | Навантаження зразка, P , [кг] | Час напрацювання зразка, t , [год] |
|--------------|--------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|
| 1 | 0,1 | 10 | 0,1 | 20 |
| 2 | 0,5 | 10 | 0,1 | 60 |
| 3 | 0,1 | 50 | 0,1 | 60 |
| 4 | 0,5 | 50 | 0,1 | 20 |
| 5 | 0,1 | 10 | 0,5 | 60 |
| 6 | 0,5 | 10 | 0,5 | 20 |
| 7 | 0,1 | 50 | 0,5 | 20 |
| 8 | 0,5 | 50 | 0,5 | 60 |

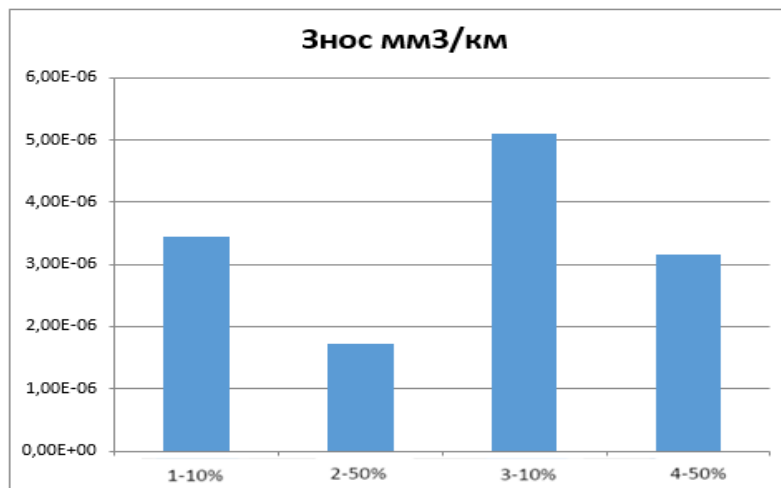


Рис 2 - Знос сплаву ШХ-15 по Ст45(З) в залежності від % складу естера в керосині. Чітко видно, що при 50% естера знос менший при однаковому навантаженні.

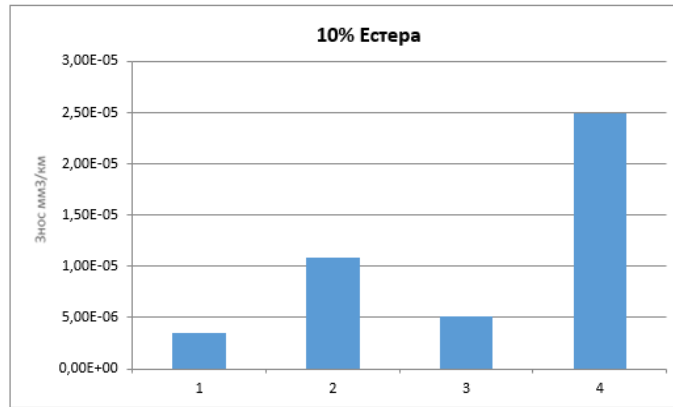
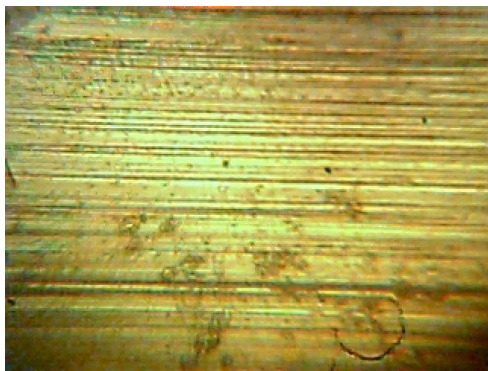
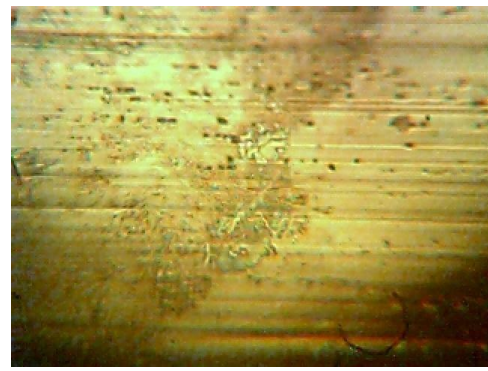


Рис 3 - Залежність зносу ШХ-15 по Ст45(Заг) в 10% розчині естера в керосині, від навантаження і шляху тертя. 1,2 - $(0,2 \cdot 3600 \cdot 20) = 14,4 \text{ км}$; 3,4 - $43,2 \text{ км}$.

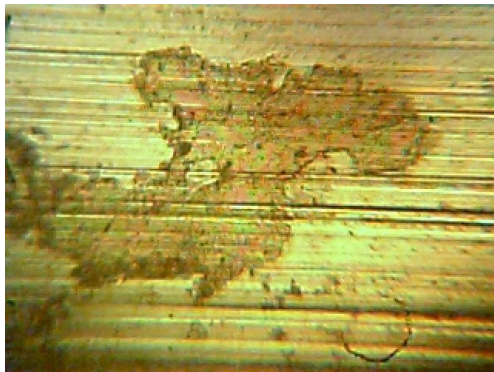
Величина зносу характеризується непропорційним до шляху. Шлях збільшили втричі, стовпчик 2 = $14,4 \text{ км}$, знос збільшився в 2,31 рази стовпчик 4 = $43,2 \text{ км}$.



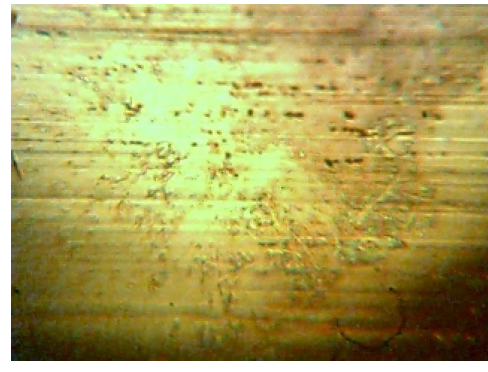
20-6-19 №1 10%-0,1кг-20год



1МП 23-6-19=1А-10%-0,1кг-20год



20-6-19 №1



№1 МП 23-6-19

Фото 1 - №1 Без МП шорсткість більша ніж в №1МП

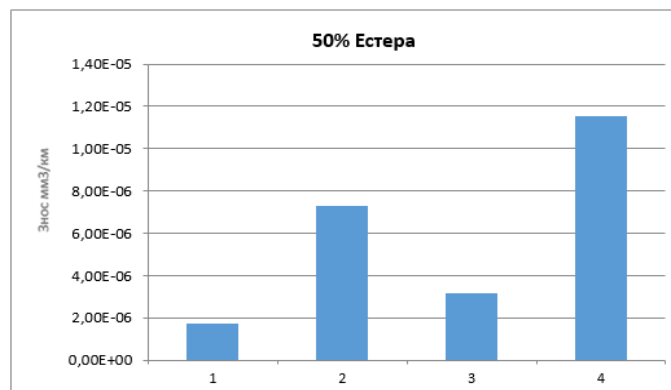
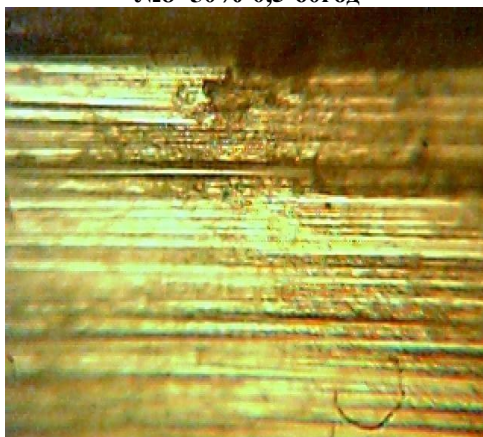


Рис.4 - Знос ШХ-15 по Ст45(З) в залежності від часу дослідження (але знос збільшився не в 3 рази хоча він приведений до км. шляху). В середовищі (50% естер + 50% керосину) знос збільшується в 1,6рази

№8=50%-0,5-60год



№8=2047= 26-4-19

2047= На фото спостерігається різкий зрив поверхневих структур вздовж доріжки тертя, що збільшує знос рис.3 стовп.4.



150*

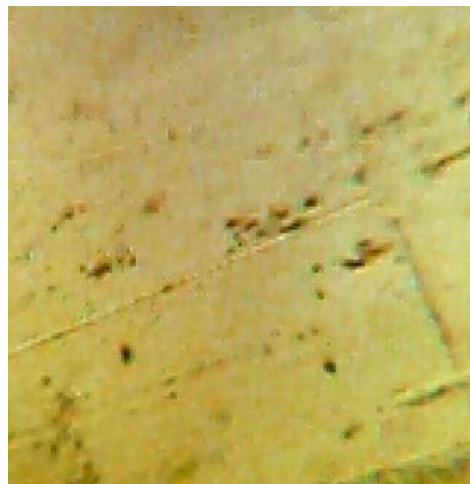
№8=2057-26-4-19

Накопичення продуктів зносу на поверхні тертя, що підвищує знос рис.3 стовпчик 4



800*

№фото-t1881



800*

50-5-20=868

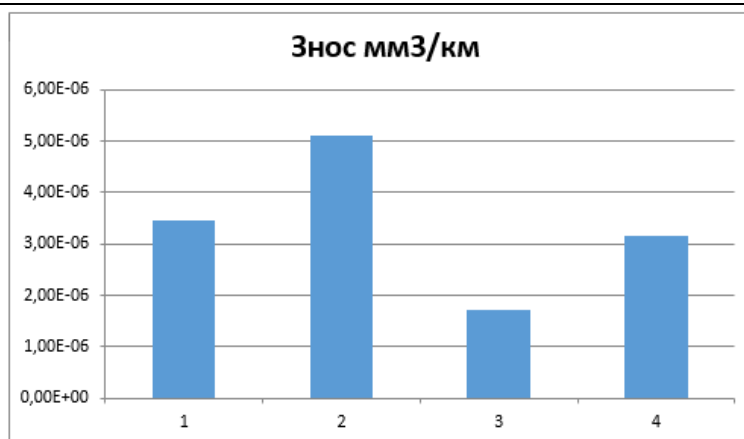
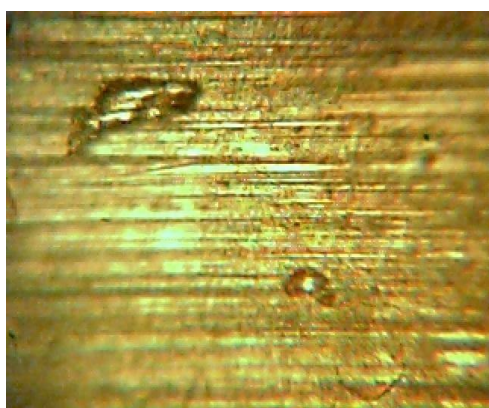
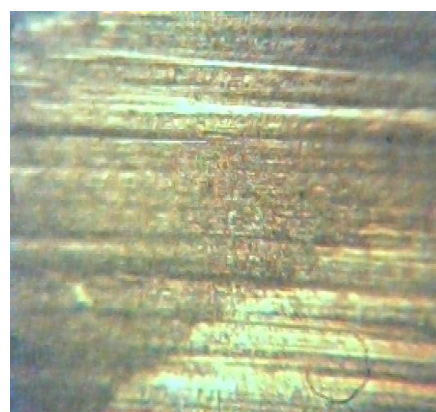


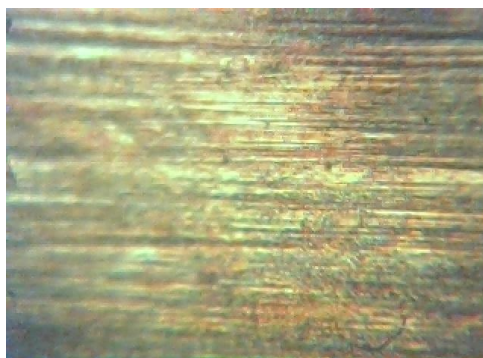
Рис 5 - Знос ШХ-15 по Ст45(Зак) в залежності від часу дослідження і %естер. При однаковій кількості естера 10% від шляху стовп 1,2 різниця зносу відноситься як 1:1,48, тобто шлях збільшили втричі а знос збільшився на 48%. Стовпчик 3,4 (50%естера) відношення 1:1,8



033



038



042

№8MF 5-5-19 МП=5А-50%=0,5kg=60год

Висновок

Дослідження зразків сумішевих палив показали, що ЕЕЖК рижисевої олії виявляють здатність утворювати більш міцну граничну плівку на поверхнях тертя порівняно з паливом для ПРД нафтового походження. Ця здатність пояснюється поверхневою активністю молекул естерів та їх високою в'язкістю.

Прийнявши зразок палива Jet A-1 за контрольний, можемо зробити висновок, що використання естерів рижисевої олії позитивно впливає на мастильні властивості палива для ПРД. Тому було розглянуто теоретико-експериментальні дослідження електрофізичного впливу на електрофізичні параметри вуглеводневого палива. Розроблена методика електрофізичного впливу на паливо

для оцінки процесів в камерах згоряння двигунів. А також виявлено ефективність електрофізичного впливу на паливо і характеристики двигунів.

У наших експериментах МП діє постійно. Тому воно утримує молекули масла перпендикулярно до поверхні тертя у напрямку МП. А з продуктами зносу йде механізм зниження міцності по рахунок впливу магнітно-пластичного ефекту феро і парамагнетики зменшують свою твердості і збільшують пластичність за рахунок руху дислокацій в МП від 0,1 до 1 Тл.

Цьому ефекту погано піддаються діамантні матеріали.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Сіренко Г.О. Антифрикційні властивості полікомпонентних композицій на основі хімічно-модифікованої ріпакової оливи під час мащення пари ароматичний поліамід - сталь / Г.О. Сіренко, Л.Я. Мідак, О.В. Кузишин, Л.М. Кириченко, В.І. Кириченко // Полімер. журн. — 2008. — Т. 30, № 4. — С. 338-344.
2. Дубовкин Н.Ф. Инженерные методы определения физико-химических и эксплуатационных свойств топлив / Н.Ф. Дубовкин, С.Л. Яновский. Казань. 2002. 376 с.
3. Васильева Т. В. Прогнозирование показателей надежности авиационной техники с использованием рядов Фурье // Научно- методический электронный журнал «Концепт». – 2016. – Т. 15. – С. 1476–1480. – URL: <http://e-koncept.ru/2016/96214.htm> .
4. Шаабдиев С. Ш. Анализ надежности топливной системы регионального пассажирского самолета Ан-140 на начальном этапе эксплуатации / С. Ш. Шаабдиев // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов . - 2017. - Вып. 3. -С. 83-89.
5. Нагорнов С.А. Техника и технологии производства и переработки растительных масел / С.А. Нагорнов, Д.С. Дворецкий, С.В.Романцова, В.П. Таров. Тамбов. 2010.
6. Yakovleva, A., Boichenko, S.V., Lejda, K., Vovk, O.A., Kuszewski, Kh.: Antiwear Properties of Plant—Mineral-Based Fuels for Airbreathing Jet Engine. Chemistry and Technology of Fuels and Oils . 53(1), 1–9 (2017).
7. Пат. № 70877. Україна. G01N 3/56. Пристрій для дослідження поверхонь тертя / Свирид

М.М., Кудрін А.П., Кравець І.А., Приймак Л.Б., Бородій В.М.; – № u201115161; заявл. 21.12.2011. Оубл.25.06.2012, Бюл. № 12 – 5 с.

8. Свирид М.М., Кудрін А.П., Задніпровська С.М., Ловейко М.Г., Морозова І.В Пристрій для дослідження матеріалів на тертя та зношування при зворотно- поступальному русі Патент на корисну модель. № 45574, G01N 3/56, Заявка u200908003, 29.07.2009. Оубл. 10.11.2009, Бюл. № 21. – 8 с.

9. Трофімов І.Л. Дослідження протизносних властивостей палив оброблених електричним полем за схемою трибоконтакту «циліндр - площина» / І.Л. Трофімов, В.В. Бурикін, В.П. Захарчук // Порозорозрушающий и металлообрабатывающий инструмент техника и технология его изготовления и применения // Сборник научных трудов Института сверхтвёрдых материалов им. В.Н. Бакуля НАНУ, – №14/2011. – С. 602-608.

10. Патент на корисну модель № 36600 G01N 3/56, 27.10.2008, Бюл. №20 2008.

11. Патент № 95751. Спосіб отримання компонента палив для повітряно-реактивних двигунів із сировини рослинного походження. Зареєстр.12.01.2015. – URL: <https://uapatents.com/4-95751-sposib-otrimannya-komponenta-paliv-dlya-povitryano-reaktivnikh-dviguniv-iz-sirovini-roslinnogo-pokhodzhennya.html>

12. An American National Standard ASTM D1655 Standard Specification for Aviation Turbine Fuel.

13. Liquid petroleum products - Fatty acid methyl esters (FAME) for use in diesel engines and heating applications - Requirements and test methods.

RELATIVE MODEL OF FIRE EXTINGUISHING CONTROL AT THE POWER OBJECT

**Gushchin Yu.,
Denisov A.**

State Fire Service Academy Emercom of Russia, Russia

РЕЛЯЦИОННАЯ МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ПОЖАРОТУШЕНИЕМ НА ЭНЕРГООБЪЕКТЕ

**Гущин Ю.В.,
Денисов А.Н.**

Академия ГПС МЧС России, Россия

Abstract

A relational model of fire extinguishing control by mobile means at a power facility has been formalized, detailed for a step-by-step management impact at the fire site, in the form of combining conditions and descriptions, modification and interpretation of the control of combat actions of fire extinguishing participants.

Аннотация

Формализована реляційна модель управління пожегартушенням мобільними засобами на енергооб'єкті, деталізована для поетапного управленческого воздействия на месте пожара, в виде объединения условий и описаний, модификации и интерпретации управления боевым действиями участников пожегартушения.

Keywords: Model, management, firefighting, fire, firefighting supervisor, fighting, extinguishing.

Ключевые слова: Модель, управление, пожегартушение, пожегарт, руководитель тушения пожегарт, боевые действия, тушение.