

УДК 621.891

О. С. ЯКОБЧУК, Р. Г. МНАЦАКАНОВ, О. О. МІКОСЯНЧИК, А. М. ХІМКО,
В. В. ТОКАРУК

Національний авіаційний університет, Україна

ПРОТИЗАДИРНІ ВЛАСТИВОСТІ МАСТИЛА AERO SHELL GREASE 33 ПРИ ВИКОРИСТАННІ КОНСТРУКЦІЙНИХ СТАЛЕЙ 9ХС і 30ХГСА

Розглянуто вплив швидкості ковзання при коченні з проковзуванням на кінетику розвитку процесу схоплення матеріалу контактних поверхонь в локальному контакті при переході трибосистеми в граничний та напівсухий режими мащення. Встановлені закономірності зміни протизадирних властивостей мастильного матеріалу в умовах масляного голодування і їх зв'язок з властивостями матеріалу трибоелементів. Проаналізовано закономірності зміни товщини мастильного шару в умовах масляного голодування при змащуванні елементів трибоспряження мастилом Aero Shell Grease 33.

Ключові слова: мастило, змащувальний шар, швидкість ковзання, масляне голодування, заїдання, твердість зразків

Вступ. Процес заїдання пов'язаний з руйнуванням змащувального шару на поверхні контактуючих пар. Трибохімічний аспект даної проблеми на сучасному етапі не розкритий в достатній мірі.

На процес заїдання істотно впливають такі параметри, як навантаження, швидкість ковзання і кочення, шорсткість контактних поверхонь, тип та структура металу, температура, фізико-хімічні характеристики змащувального матеріалу і навколишнього середовища, кількість та якість присадок до базової основи оливи, спосіб та режим змащування і інші чинники [1].

Існуючі методи вимірювання товщини змащувального шару дозволяють спостерігати кінетику змащувального процесу перед початком заїдання тільки при достатньо великій товщині змащувального шару, що розділяє контактні поверхні. Поведінка ж тонких змащувальних шарів (1 мкм і менше) перед їх руйнуванням на контактних поверхнях в даний час є предметом дискусії [2].

Постановка завдання дослідження. Заїдання відноситься до аварійних видів руйнування поверхонь тертя, оскільки, на відміну від інших, коли проявляються перші ознаки схоплювання пар тертя, вони протягом короткого часу можуть призвести до повної непридатності механізму до подальшої експлуатації [3].

Руйнування змащувального шару є обов'язковою умовою виникнення заїдання. Відомості про характер руйнування змащувального шару та причини, які викликають цей процес, обмежені, тому за існуючими експериментальними та теоретичними матеріалами важко представити, а тим більше прогнозувати, цей процес повномасштабно [4; 5].

Руйнування змащувального шару настає як результат двох основних причин, які, у свою чергу, поділяються на безліч підпричин. До них відносяться – метал поверхонь тертя і змащувальний матеріал, взаємодія яких характеризується спектром механічних, фізико-хімічних і термічних процесів, які проявляються на межі розділу фаз [6]. Проте, відомо, що заїдання може відбуватися і при температурах, які несуттєво впливають на властивості матеріалу контактних поверхонь. Насамперед, це об'ємні властивості матеріалу.

Окрім вищезазначеного, інші закономірності зміни властивостей характерні

для мастильного матеріалу. Впродовж всього терміну служби він зазнає значні фізико-хімічні перетворення в об'ємі і, особливо це спостерігається, на межі розділу фаз [7]. Внаслідок перебігу цих процесів змінюється, а в окремих випадках припиняється, змащувальна здатність масел і мастил. Внаслідок зміни властивостей мастильного матеріалу або в результаті спрацьовування змащувального матеріалу за відсутності підживлення його в зону контакту, може відбутися заїдання. Існуючі методи вимірювання товщини змащувального шару дозволяють фіксувати зміни при достатньо великих її значеннях. У випадках же, коли змащувальний шар тонкий, ці методи нечутливі. Руйнування змащувального шару фіксують по збільшенню коефіцієнтів тертя [8]. Але саме змащувальні шари малої товщини і визначають кінетику розвитку подальших процесів, що призводять до катастрофічного зносу.

Область масляного голодування, в яку входять два ці випадки, відноситься до групи критичних режимів, які і складають предмет досліджень.

Мета роботи. Визначення закономірностей зміни товщини змащувального шару в період масляного голодування і, особливо, на ділянці безпосередньо перед заїданням контактних поверхонь залежно від режиму мащення та матеріалу елементів трибоспряження.

Методика проведення експериментів. Дослідження проводились на автоматизованому триботехнічному комплексі з реєстрацією зміни триботехнічних характеристик контакту в режимі on-line [9]. Випробування проводили за наступною схемою. Припрацювання роликів здійснювалося в режимі кочення з проковзуванням 3, 10 та 20%, відповідно сумарна швидкість кочення становила 5,5, 5,1 та 4,8 м/с. Після завершення припрацювання, про що свідчила стабілізація товщини змащувального шару, забиравалася ванна із змащувальним матеріалом та імітувався режим масляного голодування. Причому імітувався режим прискореного масляного голодування (мастило після припрацювання повністю витирається з доріжок тертя) і режим нормального масляного голодування (мастило не витирається з доріжок тертя).

В якості зразків використовувалися циліндричні ролики діаметром 50 мм з однойменних матеріалів сталь 9ХС (HRC 55) і сталь 30ХГСА (HRC 35). Початкова шорсткість робочих поверхонь – 0,32 мкм. Контактна напруга складала 400 МПа. Мащення поверхонь тертя відбувалося зануренням в масляну ванну. В якості мастильного середовища використовувалося мастило Aero Shell Grease 33.

Експериментальне дослідження режиму масляного голодування в умовах кочення в локальному контакті.

На рисунку 1 показано зміну товщини змащувального шару в період припрацювання для обраних матеріалів в різних умовах.

Аналіз кінетики формування мастильного шару на контактних поверхнях свідчить, що, незалежно від величини проковзування контактних поверхонь, стала товщина змащувального шару, сформованого на сталі 9ХС після припрацювання, приблизно на 30-40 % перевищує товщину шару, зафіксовану на сталі 30ХГСА.

Іншою закономірністю, встановленою в експериментах, є вплив ступеня проковзування на формування товщини мастильного шару в триботехнічному контакті. Незалежно від типу матеріалу контактних поверхонь, збільшення проковзування з 3 до 20% обумовлює зростання товщини мастильного шару в контакті, в середньому, в 2 рази. Механізм цього явища ґрунтується на позитивному

впливі дотичних напружень зсуву в результаті проковзування, більш інтенсивною активацією поверхонь тертя, як результат цих явищ є зростання товщина змащувального шару.

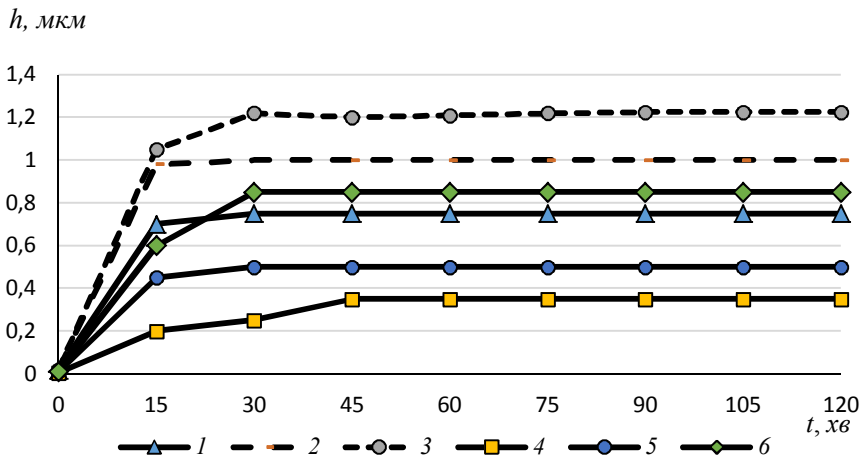


Рис. 1. Зміна товщини змащувального шару в період припрацювання:

1, 2, 3 – сталь 9ХС; 4, 5, 6 – сталь 30ХГСА;

1, 4 – проковзування 3%; 2, 5 – проковзування 10%; 3, 6 – проковзування 20%

Наступний етап випробувань включав режим масляного голодування. На рис. 2 показана зміна товщини змащувального шару при роботі в режимі кочення з проковзуванням 20% на сталі 9ХС. Оскільки мастило додатково в зону контакту не подавалося, тому відсутня гідродинамічна товщина мастильного шару. Початкова товщина плівки – це граничні шари мастильного матеріалу, які сформувалися на активованих тертях контактних поверхнях в період припрацювання, товщина яких складає, в середньому, 0,3 мкм.

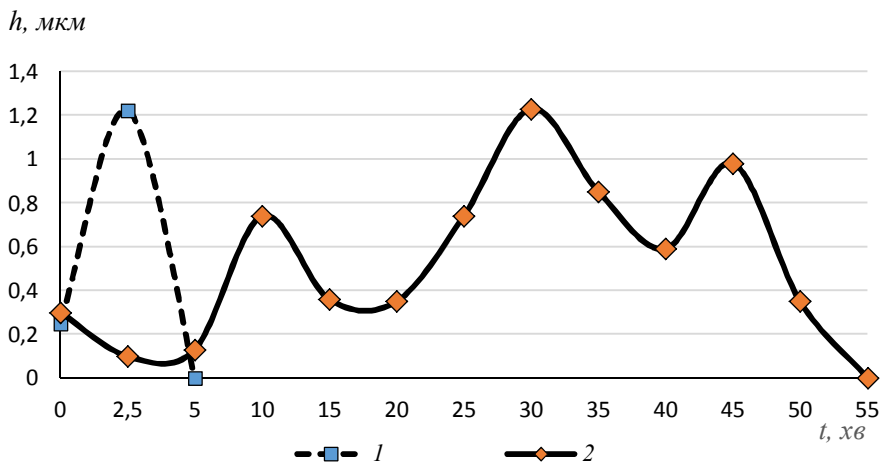


Рис. 2. Зміна товщини змащувального шару при коченні з проковзуванням 20% (сталь 9ХС): 1 – мастило витиралося з доріжки тертя; 2 – мастило не витиралося з доріжки тертя

За умов, коли мастило з поверхонь роликів не витиралося (крива 2), відразу спостерігається різке зменшення товщини шару до 0,1 мкм, проте до 8 хв випро-

бувань товщина зростає, надалі із збільшенням тривалості напрацювання настає період коливань товщини шару з певною закономірністю. Перепад товщини складає приблизно 0,25 – 1 мкм. На завершальному етапі випробувань встановлено зростання товщини змащувального шару, який досягав початкового сталого значення в період припрацювання. Після цього починається зменшення товщини змащувального шару до повного його руйнування.

В зоні контакту спостерігалось димлення змащувального матеріалу, хоча різких змін частоти обертання зразків не було. Слід зазначити, що процес руйнування змащувального шару відбувається не лавиноподібно, він наче розтягнутий у часі. В даному досліді тривалість цього процесу складає 55 хв.

На рис. 2 (крива 1) показана зміна товщини змащувального шару при роботі в режимі кочення з проковзуванням 20% на сталі 9ХС за умов, коли мастило з поверхонь тертя ретельно витиралося. На відміну від попереднього досліду, при переході до критичних умов мащення, спостерігається різке зростання товщини змащувального шару до величини, яка відповідає сталому значенню товщини шару в період припрацювання (товщина плівки граничних шарів збільшується з 0,3 до 1,21 мкм). Надалі відбувається такий же різкий спад товщини шару, його руйнування і схоплювання робочих поверхонь. Цей процес продовжується 5 хв, тобто при витиранні мастила з доріжок тертя швидкість руйнування змащувального шару збільшилася в 10 разів в порівнянні з дослідом, де мастило не витиралося.

Таким чином, примусове видалення мастильного матеріалу з зони контакту призводить до зростання швидкості його руйнування. Можливо припустити наступний механізм цього явища. Сформований в процесі тертя на активованій металевій поверхні граничний шар мастильного матеріалу неоднорідний за своєю структурою. По-перше, мономолекулярний шар, безпосередньо прилеглий до поверхні, зв'язаний з металом сильними хімічними зв'язками за рахунок утворення металевих миль в результаті хімічної реакції між поверхнею металу і літєвим милом (основного компонента досліджуваного мастила) [10]. Однак, і цей шар може бути неоднорідним завдяки наявності в мастилі синтетичної суміші вуглеводнів і ефіру, інгібіторів корозії і окислення. По-друге, граничний шар характеризується анізотропними властивостями за рахунок збільшення відстані від поверхні металу, що проявляється в ослабленні впливу твердої фази металу на компоненти мастильного матеріалу.

У випадку, коли мастило примусово видаляється із зони контакту, відбувається стрімка дезорієнтація граничних шарів за рахунок градієнта швидкості зсуву, порушення суцільності граничного шару, що призводить до схоплювання контактних поверхонь.

У випадку, коли мастило примусово не видаляється із зони контакту, існує додатковий «резерв» мастильного матеріалу за рахунок найбільш віддалених від поверхні металу шарів, які пов'язані з оточуючими молекулами слабкими Ван-дер-Ваальсовими силами взаємодії і можуть вільно мігрувати по поверхні, тим самим запобігаючи безпосередньому металевому контакту.

Після того, як були проведені випробування зі сталлю 9ХС в умовах кочення з проковзуванням 20% при переході трибосистеми до масляного голодування, в наступних експериментах були використані зразки із сталі 30ХГСА з твердістю вдвічі меншою, ніж у сталі 9ХС. На рис. 3 (крива 2) показана зміна товщини змащувального шару в умовах масляного голодування, коли мастило не витиралося з доріжок тертя.

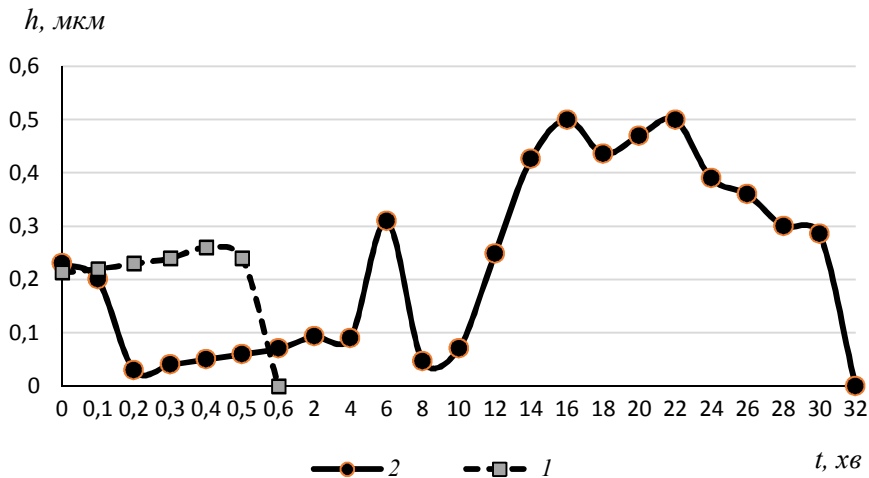


Рис. 3. Зміна товщини змащувального шару в умовах масляного голодування для сталі 30ХГСА (1 – мастило витиралось з доріжки тертя; 2 – мастило не витиралося з доріжок тертя)

В проведених експериментах також спостерігається різке зменшення товщини шару при переході до умов масляного голодування, однак величина мінімального значення товщини змащувального шару зменшується вдвічі і складає 0,05 мкм, в порівнянні з аналогічними експериментами на сталі 9ХС. Надалі зафіксовано зростання ефективності мащення – товщина шару збільшилась до 0,3 мкм і почали відбуватися аналогічні її коливання. Проте, амплітуда коливань товщини становить 0,1 – 0,5 мкм, що вдвічі менше, ніж для сталі 9ХС. Це перша відмінність. Друга – тривалість існування змащувального шару до повного руйнування майже вдвічі менша, ніж для змащувального шару на сталі 9ХС, і становить 32 хв. Третьою відмінністю є те, що процес руйнування змащувального шару відбувається майже миттєво, тобто змащувальний шар як би зривається з поверхні металу. Пригадаємо, що на сталі 9ХС в ідентичних умовах цей процес розтягувався до 2-12 хв., залежно від умов випробувань.

На рис. 3 (крива 1) показана зміна товщини змащувального шару за умов 20% проковзування в контакт, а мастило було ретельно витерто з поверхні роликів. Схоплювання наступило вже через 30 с. Аналогічні випробування на сталі 9ХС показали, що змащувальний шар «живе» в експериментальних умовах в 10 разів довше.

Порівнюючи характер кінетики зміни товщини змащувального шару для досліджуваних марок сталей, можна однозначно стверджувати, що твердість матеріалу контактних поверхонь є основним чинником, який впливає на відмінність характеру перебігу змащувальної дії, оскільки вся решта параметрів були однаковими. Якщо спробувати накласти сумарну (по всій серії експериментів) криву зміни товщини змащувального шару в період масляного голодування для сталей 9ХС і 30ХГСА, то вийде схема, показана на рис. 4.

Аналіз закономірностей кінетики зміни товщини мастильного шару в критичних умовах мащення. Загальні закономірності кінетики зміни товщини мастильного шару в контакт (h , мкм) залежно від часу напрацювання пар тертя (t) можуть бути представлені наступними рівняннями поліноміальної регресії 4-го ступеня з високою достовірністю апроксимації (R^2):

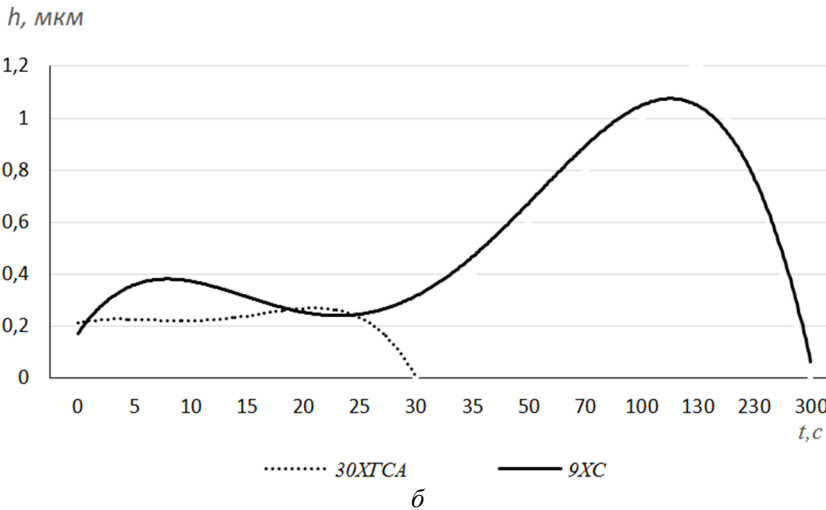
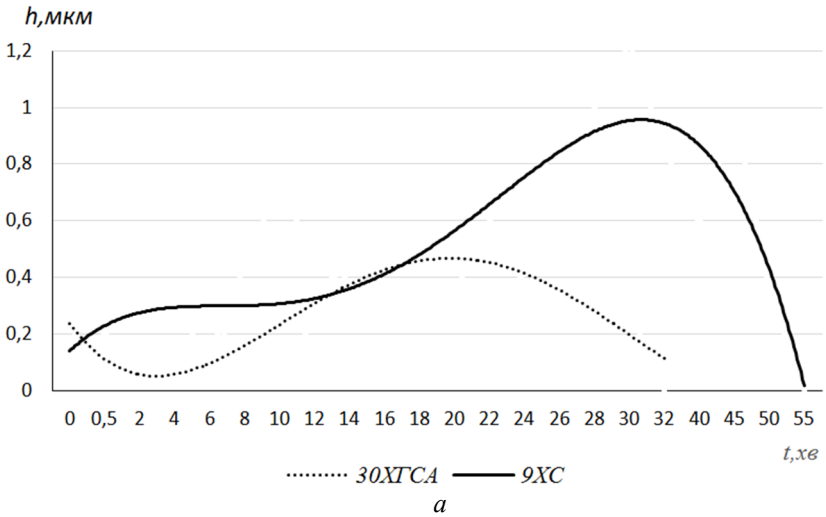


Рис. 4. Узагальнені криві кінетики зміни товщини змащувального шару для сталей 9ХС і 30ХГСА в умовах масляного голодування: *a* – мастило не видалялось з доріжки тертя; *б* – мастило витиралось з доріжки тертя

$h = -9\text{E-}05t^4 + 0,0035t^3 - 0,0397t^2 + 0,1842t - 0,005$; – ($R^2 = 0,7146$, t , хв) – для сталі 9ХС (мастило не видалялось з доріжки тертя);

$h = 8\text{E-}05t^4 - 0,0038t^3 + 0,0575t^2 - 0,2734t + 0,4589$; – ($R^2 = 0,8237$, t , хв) – для сталі 30ХГСА (мастило не видалялось з доріжки тертя);

$h = -0,001t^4 + 0,0268t^3 - 0,2216t^2 + 0,6793t - 0,3101$; – ($R^2 = 0,9332$, t , с) – для сталі 9ХС (мастило видалялось з доріжки тертя);

$h = -0,0025t^4 + 0,0321t^3 - 0,1417t^2 + 0,2526t + 0,0707$; – ($R^2 = 0,995$, t , с) – для сталі 30ХГСА (мастило видалялось з доріжки тертя).

Загальні якісні закономірності кінетики зміни товщини мастильного шару в критичних умовах мащення можна представити наступним чином. На першій стадії змащувальний шар на більш м'якій сталі при переході до жорстких умов тертя починає інтенсивно витиратися, що проявляється в різкому провалі товщини шару. На більш твердій сталі перехід до жорстких умов тертя викликає коливання товщини шару, але інтенсивного витирання шару не спостерігається.

Другий етап приблизно однаковий для обох сталей – частота коливань товщини змащувального шару різко зростає, але амплітуда коливань залишається невеликою. Третій етап розрізняється по інтенсивності руйнування змащувального шару. Базуючись на вказаних експериментальних фактах, можна пояснити одержані результати впливом твердості на характер прояву змащувальної здатності мастила в критичних режимах. Зменшення твердості сприяє пластичній деформації і підвищеному зношуванню контактуючих пар, що обумовлює інтенсифікацію механічного руйнування масляної плівки, що призводить до виникнення ювенільних поверхонь та схоплювання пар тертя (рис. 5).

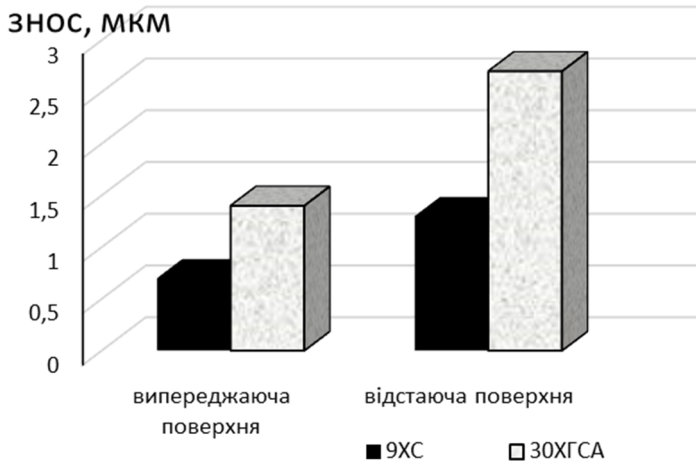


Рис. 5. Лінійний знос випереджаючої та відстаючої поверхонь в умовах масляного голодування

Лінійний знос як випереджаючої, так і відстаючої поверхонь сталі 30ХГСА вдвічі перевищує знос, встановлений на сталі 9ХС. На доріжці тертя сталі 30ХГСА спостерігаються ділянки схоплювання контактних поверхонь, в той час як поверхня тертя сталі 9ХС однорідна при візуальному спостереженні (рис. 6).

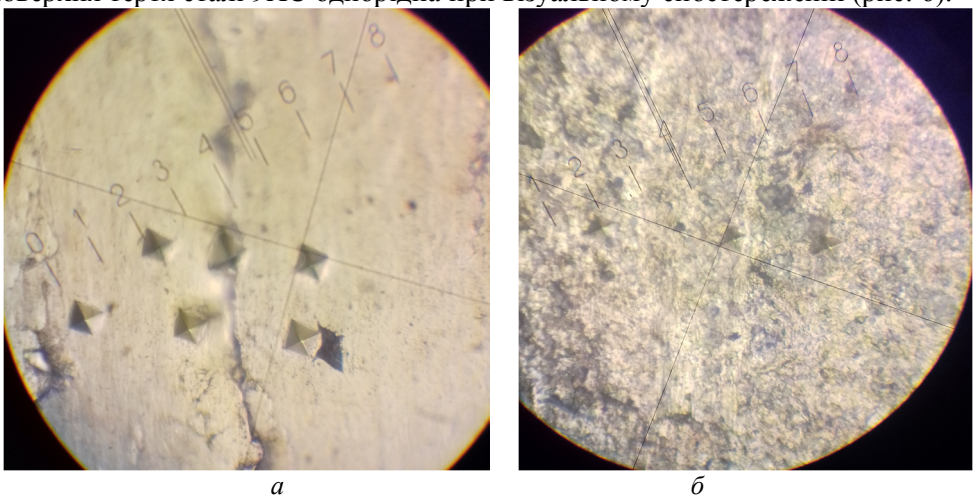


Рис. 6. Поверхня тертя сталі 30ХГСА (а) та 9ХС (б) після розриву мастильної плівки ($\times 200$)

Це узгоджується з нашими результатами, коли при переході до критичного режиму на сталі 30ХГСА змащувальний шар різко зменшує товщину до небезпечних значень. Проте зменшення твердості сприяє також протіканню процесу припрацювання, збільшенню площі фактичного контакту і зниженню локальних температур в дискретних точках контакту. Тобто варіюванням по твердості дослідного зразка можна ініціювати той або інший конкуруючий процес і тим самим надати змащувальній здатності мастила абсолютно певну спрямованість.

Висновки

Розглянуті закономірності роботи контактних поверхонь при переході трибосистеми в режим масляного голодування дозволяють виділити узагальнені зміни, які проявляються в наступному:

– примусове видалення мастила Aero Shell Grease 33 з контактних поверхонь обумовлює стрімку дезорієнтацію граничних шарів за рахунок градієнта швидкості зсуву, порушення суцільності граничного шару, що призводить до схоплювання контактних поверхонь;

– за умов, коли мастило примусово не видаляється із зони контакту, існує додатковий «резерв» мастильного матеріалу за рахунок найбільш віддалених від поверхні металу шарів, які пов'язані з оточуючими молекулами слабкими Ван-дер-Ваальсовими силами взаємодії і можуть вільно мігрувати по поверхні, тим самим запобігаючи безпосередньому металевому контакту, збільшуючи напруження контактних поверхонь;

– зменшення твердості сталі призводить до кореляційного зниження товщини шару при переході до умов масляного голодування та тривалості існування змащувального шару до повного руйнування;

– зменшення твердості сталі сприяє пластичній деформації і підвищеному зношуванню контактуючих пар, що обумовлює інтенсифікацію механічного руйнування масляної плівки, що призводить до виникнення ювенільних поверхонь та схоплювання пар тертя.

Список літератури

1. Дроздов Ю.Н., Арчegov В.Г., Смирнов В.И. Противозадирная стойкость трущихся тел. – М.: Наука, 1981. – 275с.
2. Lenard J.G. Metal Forming Science and Practice. – Elsevier, 2002. – 378p.
3. Войнов К.Н. Триботехника и надёжность механических систем: Учеб.-метод. пособие. – СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2014. – 74 с.
4. Матвеевский Р.М. Влияние температуры на разрушение смазочного слоя при трении в условиях граничной смазки /Р.М. Матвеевский, А.В. Чичинадзе, И.А. Буяновский, А.Г. Гинзбург, С. Г. Яшвили / Теоретические и прикладные задачи трения, износа и смазки машин. – М.: Наука, 1982. – С. 167–172.
5. Буяновский И.А. Расчет предельной смазочной способности масел по данным лабораторных испытаний на основе концепции теплоты адсорбции / Теория и практика расчетов деталей машин на износ / И.А. Буяновский И.А. – М.:Наука, 1983. – С. 75-82.
6. Буше Н.А. Трение, износ и усталость в машинах (Транспортная техника) /Н.А. Буше. – М.: Транспорт, 1987. – 223 с.
7. Заславский, Ю.С. Трибология смазочных материалов / Ю.С. Заславский. – М.: Химия, 1991. – 240 с.

8. Фокин А. С. Испытания смазывающей способности консистентных смазок / А.С. Фокин // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2016. – №2. – С. 127–133

9. Мікосянчик О. О. Автоматизований триботехнічний комплекс для оцінки змащувальних процесів в парах тертя / О. О. Мікосянчик, О. І. Запорожець, Р. Г. Мнацаканов // Проблеми трибології. – 2015. – № 4 (78). – С. 42–48.

10. [http://shell-distributor.ru/common/data/u/AeroShell%20Grease%2033%20MS%20\(MSDS](http://shell-distributor.ru/common/data/u/AeroShell%20Grease%2033%20MS%20(MSDS) Паспорт безопасности AeroShell Grease 33 MS. – 2007. – С. 1–7.

Стаття надійшла до редакції 16.02.2018

Якобчук Олександр Євгенійович – старший викладач кафедри технологій виробництва та відновлення авіаційної техніки, Національний авіаційний університет, пр. Космонавта Комарова, 1, м. Київ, Україна, 03058, тел.: +38 044 406 72 58, E-mail: a-yak@ukr.net

Мнацаканов Рудольф Георгійович – д. техн. наук, професор, професор кафедри технологій виробництва та відновлення авіаційної техніки, Національний авіаційний університет, пр. Космонавта Комарова, 1, м. Київ, Україна, 03058, тел.: +38 044 406 78 56, E-mail: mnatsakanov@ukr.net.

Мікосянчик Оксана Олександрівна – д. техн. наук, доцент, доцент кафедри промислової та цивільної безпеки, Національний авіаційний університет, пр. Космонавта Комарова, 1, м. Київ, Україна, 03058, тел.: +38 044 406 78 91, E-mail: oksana.mikos@ukr.net.

Хімко Андрій Миколайович – канд. техн. наук, доцент кафедри технологій виробництва та відновлення авіаційної техніки, Національний авіаційний університет, пр. Космонавта Комарова, 1, м. Київ, Україна, 03058, тел.: +38 044 406 72 58, andreykhimko@ukr.net

Токарук Віталій Володимирович - старший викладач кафедри технології виробництва та відновлення авіаційної техніки, Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна, 03058, тел.: +38 044 406 72 58.

O. Ye YAKOBCHUK, R. G. MNATSAKANOV, O. O. MIKOSIANCHYK, A. N. KHIMKO, V. V. TOKARUK

ANTI-SLIP PROPERTIES OF AERO SHELL GREASE 33 LUBRICANT AT USING OF STRUCTURAL STEELS 9XC AND 30XГСА

The influence of sliding speed during rolling with slip on the kinetics of the process of setting the material of contact surfaces in a local contact is considered when the tribosystem goes into the limiting and semi-dry lubrication regime. The regularities of the change in the extreme pressure properties of the lubricant under conditions of oil starvation and their relationship to the properties of the triboelement material are established. The regularities of the change in the thickness of the lubricating layer in the conditions of oil starvation during the lubrication of tribo-joint elements with oil Aero Shell Grease 33 are analyzed.

Key words: grease, lubricating layer, sliding speed, oil starvation, jamming, hardness of samples

Referenses

1. Drozdov Yu.N., Arhegov V.G., Smirnov V.I. Protivozadirnaya stoykost truschihsya tel. – M.: Nauka, 1981. – 275c.
2. Lenard J.G. Metal Forming Science and Practice. – Elsevier, 2002. – 378p.
3. Voynov K.N. Tribotekhnika i nadezhnost mehanicheskikh sistem: Ucheb.-metod. posobie. – SPb.: NIU ITMO; IHiBT, 2014. – 74 s.
4. Matveevskij R.M. Vlijanie temperatury na razrushenie smazochnogo sloja pri trenii v usloviyah granichnoj smazki /R.M. Matveevskij, A.V. Chichinadze, I.A. Bujanovs-kij, A.G. Ginzburg, S. G. Jashvili / Teoreticheskie i prikladnye zadachi trenija, iznosa i smazki mashin. – M.: Nauka, 1982. – S. 167–172.
5. Buyanovskiy I.A. Raschet predelnoy smazochnoy sposobnosti masel po dannym laboratornykh ispytaniy na osnove kontseptsii teploty adsorbtsii / Teoriya i praktika raschetov detaley mashin na iznos / I.A. Buyanovskiy I.A. – M.: Nauka, 1983. – S. 75–82.
6. Bushe N.A. Trenie, iznos i ustalost v mashinah (Transportnaya tehnika) /N.A. Bushe. – M.: Transport, 1987. – 223 s.
7. Zaslavskiy, Yu.S. Tribologiya smazochnykh materialov / Yu.S. Zaslavskiy. – M.: Himiya, 1991. – 240 s.
8. Fokin A. S. Ispytaniya smazyivayushey sposobnosti konsistentnykh smazok / A.S. Fokin // Gorniy informatsionno-analiticheskiy byulleten. – 2016. – #2. – S. 127–133.
9. Mikosianchyk O. O. Avtomatyzovanyi trybotekhnichniy kompleks dlia otsinky zماشchivalnykh protsesiv v parakh tertia / O. O. Mikosianchyk, O. I. Zapo-rozhets, R. H. Mnatsakanov // Problemy trybolohii. – 2015. – № 4 (78). – S. 42–48.
10. [http://shell-distributor.ru/common/data/u/AeroShell%20Grease%2033%20MS%20\(MSDS\)](http://shell-distributor.ru/common/data/u/AeroShell%20Grease%2033%20MS%20(MSDS)) Paspport bezopasnosti AeroShell Grease 33 MS. – 2007. – C. 1–7.