

31. Артюшин, А.А. Исследование объемных дозаторов сыпучих кормов [Текст] / А.А. Артюшин, И.К. Пульчев // Механизация и электрификация сельского хозяйства. Республиканский межведомственный тематический научно-технический сборник. – 1975. – Вып.33. – С.84-90.

Andrij Pankov, Assoc. Prof., PhD tech. sci.

Central Ukrainian National Technical University, Kropyvnytskyi, Ukraine

The energy characteristics of the working process of seeding machines and systems

The purpose of the research was to establish the nature of the qualitative and quantitative influence of the energy performance of a seed system.

Currently, many types of metering systems and energy performance of their work is not completely defined. When creating planting machines main attention is paid to ensure quality of process and performance. At the same time, the current requirements for optimization of energy consumption indicate the need for analysis of the intensity of the working process of the sowing devices. Therefore, in this work the determination and comparison of power to drive the seeding apparatus and systems.

Sowing machines and systems require a relatively large amount of power to operate, although the destruction of the ties between the seeds and their movements, active power values can be much smaller.

seeding, seeder, system, apparatus, energy, efficiency, drive, power

Одержано 21.04.17

УДК 539.621:621.82.09

М.М. Студент, д-р техн. наук, Я.Я. Сірак, асп.

*Фізико-механічний інститут ім. Г.В.Карпенка НАН України, м.Львів, Україна
E-mail: algirdas.280378@gmail.com*

С.І. Маркович, доц., канд. техн. наук

Центральноукраїнський національний технічний університет, м.Кропивницький, Україна

Трибологічна поведінка ПЕО шарів у парі зі сталлями 45 та У 8

Досліджено трибологічну поведінку сталей 45 та У8 у парі із ПЕО шарами, синтезованими на легких сплавах АМг-6 та Д16Т у мінеральній оливі І-20, із додатком до неї дистильованої води та водного розчину гліцерину. Виявили різницю у фрикційній поведінці ПЕО шарів, синтезованих на алюмінієвих сплавах із підвищеним вмістом магнію (АМг-6) та з підвищеним вмістом міді (Д16Т) за контактування із сталльними контртілами.

оксидокерамічні шари, тертя, зношування, коефіцієнт тертя, сталь

М.М. Студент, д-р техн. наук, Я.Я. Сірак, асп.

Фізико-механічний інститут ім.Г.В.Карпенко НАН України, г. Львов, Україна

С.І. Маркович, канд. техн. наук

Центральноукраїнський національний технічний університет, г. Кропивницький, Україна

Трибологические характеристики ПЭО слоев в паре со сталями 45 и У8

Исследовано трибологическое поведение сталей 45 и У8 в паре с ПЭО слоями, синтезированными на легких сплавах АМг-6 и Д16Т в минеральном масле И-20, с приложением к ней дистиллированной воды и водного раствора глицерина. Обнаружили разницу во фрикционном поведении ПЭО слоев, синтезированных на алюминиевых сплавах с повышенным содержанием магния (АМг-6) и с повышенным содержанием меди (Д16Т) при контакте со стальными контртелами.

оксидокерамические слои, трение, износ, коэффициент трения, сталь

© М.М. Студент, Я.Я. Сірак, С.І. Маркович, 2017

Постановка проблеми. Обсяг застосування легких сплавів на основі Al завдяки їх високій питомій міцності постійно збільшується не тільки в аерокосмічній галузі, але також у загальному та сільськогосподарському машинобудуванні, енергетиці, будівельній промисловості. Але довговічність елементів конструкцій і деталей із цих

сплавів через низьку твердість, схильність до захоплення при терті з іншими матеріалами досить обмежена. Крім того, алюмінієві сплави при пошкодженні природної оксидної плівки мають низьку корозійну, корозійно-механічну та зносостійкість. Тому у промислово розвинутих країнах зараз ведуться дослідження з розробки методів поверхневого зміцнення деталей з легких сплавів, використовуючи для цього плазмові, лазерні, вакуумні технології отримання покриттів, а також поверхневе пластичне деформування. Проте ці методи не забезпечують у повній мірі сучасних вимог до експлуатаційних і функціональних властивостей отримуваних покриттів, або є економічно невигідними.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Альтернативою є створення комплексних методів відновлення та зміцнення, а саме: газотермічне напилення покриттів із алюмінієвих дротів з наступним плазмоелектролітним синтезом на них оксидокераміки (ПЕО) на основі α -фази Al_2O_3 (корунду) які відзначаються унікальним комплексом експлуатаційних властивостей. Разом з тим синтез таких шарів та їх властивості ще недостатньо вивчені, тому синтез оксидокерамічних шарів на електродугових покриттях (ЕДП) є актуальним напрямком наукових досліджень з метою захисту та відновлення деталей машин.

У вузлах тертя легкі сплави за стандартних режимів термічної обробки не використовують через низький опір зношуванню. Тому, їх поверхневі шари модифікують. На сьогодні найбільш ефективною є технологія синтезу плазмо-оксидокерамічних (ПЕО) шарів безпосередньо на металевій підкладці – сплаві. Ця технологія [1] забезпечує перетворення поверхні легких сплавів у композитний оксидокерамічний шар із високою зносостійкістю [2]. Такі ПЕО шари є ідеальним матеріалом для застосування у вузлах тертя двигунів внутрішнього згоряння, компонентах турбін, підшипників ковзання, ущільнень насосів та ін.

Найефективнішим варіантом на сьогодні є поєднання у вузлі тертя металу із керамікою, оскільки за такого поєднання спостерігається менша швидкість зношування як металу так і кераміки, ніж у контактних парах метал – метал чи кераміка – кераміка. В роботах [2, 4] показано, що за поєднання в контактній парі кераміки з металом зношування металу знижується приблизно на два порядки у порівнянні із типовим поєднанням метал-метал. Причина такої поведінки поки що не зрозуміла. Така поведінка контактних пар за фрикційної взаємодії свідчить про важливість правильного підбору матеріалів тріади. Цей ефект спостерігається вже упродовж тривалого часу досліджень [2, 5], однак він поки що не пояснений.

Останнім часом спостерігається також великий інтерес щодо застосування у фрикційних парах екологічно чистих додатків до мастил, зокрема водних розчинів гліцерину [5] на відміну від дитіофосфатів. Водний розчин гліцерину, як додаток до традиційних мінеральних мастил є з ними добре сумісний, а така суміш – має кращі змащувальні властивості ніж чисте мінеральне мастило. За додатку водного розчину гліцерину до мастила коефіцієнт тертя та зношування металевих контактних пар за умов граничного мащення зменшується на порядок [2].

Для ПЕО шарів, синтезованих на алюмінієвих сплавах, фазовий склад є визначальним чинником, що впливає на трибологічну поведінку тріади: матеріал 1 – середовище – матеріал 2. ПЕО шари, синтезовані на алюмінієвих сплавах, складаються в основному з α – та γ – Al_2O_3 фаз та незначної домішки аморфного оксиду алюмінію.

Вміст фази $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ є в межах від 60 до 70 % в ПЕО шарах, синтезованих на алюмінієвих сплавах з підвищеним вмістом міді та незначної домішки NaAlO_2 , у той час, як на алюмінієвих сплавах, з підвищеним вмістом магнію – $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ є домінуючою фазою покриттів, та домішки складних оксидів $\text{MgO}_x\text{Al}_2\text{O}_3 \times 3\text{SiO}_2$ [2-5]. Раніше [2] нами досліджено трибологічні властивості ПЕО шарів, синтезованих на сплавах АМг-6 та Д16 в мастилі М10Г2к із додатком до нього водного розчину гліцерину і показано, що вони відзначаються високою зносостійкістю за умов граничного мащення. Однак, щоби пересвідчитися про ефективність додатку гліцерину до мастила та виокремити вплив дитіофосфату цинку нами проведено дослідження в нелегованій мінеральній оливі І-20 із додатком гліцерину.

Постановка завдання. Метою даної роботи є дослідити трибологічну поведінку ПЕО шарів, синтезованих на легких сплавах АМг-6 та Д16 в чистій мінеральній оливі І-20, з додатком до неї дистильованої води та водного розчину гліцерину при контактуванні зі сталями 45 та У8 .

Методики досліджень. Трибологічну поведінку контактних пар ПЕО шари, синтезовані на сплаві Д16Т – залізвуглецеві сплави (діелектрик – провідник) проводили за схемою випробувань "диск – колодка" (площинний контакт) на випробувальній машині СМЦ-2 згідно ГОСТ 23.224-86. Співвідношення між контактними поверхнями за фрикційної взаємодії було 0,125. Під час проведення випробувань для кріплення нерухомого зразка (колодки) використовували самоналаштовуване пристосування, яке забезпечувало сталість геометричної площі контакту, строге взаємне розташування контактних поверхонь під час фрикційної взаємодії, що уможливило правильно оцінювати зміни трибологічних параметрів у спряженні за фрикційної взаємодії. Під час досліджень одночасно фіксували зміну моментів тертя безконтактним індуктивним давачем, змонтованим на валу установки та температуру триборозігріву контртіл хромель-алюмелевою термопарою, вмонтованою в них на відстані 0,5 mm від зони контакту. Швидкість ковзання 0,67 m/s. Контактне навантаження 4 МПа. Час випробувань 4 h. Під час трибологічних експериментів проводився комп'ютерний запис електричних сигналів від зміни вимірюваних параметрів у мілівольтах із кроком 0,25 s.

Роздільні середовища: індустріальна олива І-20 (ГОСТ 20799-88), додаток до неї 0, 5 vol % дистильованої води, оскільки в мастилі завжди є вода як технологічна так і набута та 1 vol % 2,5 vol % водного розчину гліцерину.

Зразки "диск" виготовляли із алюмінієвих сплавів Д16Т та АМг-6 товщиною 10 mm. На твірній (робочій) поверхні дисків синтезували оксидокерамічні шари плазмо-електролітним методом – ПЕО. Покриття синтезували імпульсним струмом за частоти 50 Гц у катодно-анодному режимі при співвідношенні струмів $(I_k/I_a) = 1$ та густини струму 20 A/dm^2 в електроліті – 3 g/l KOH + 2 g/l Na_2SiO_3 (водний розчин рідкого скла). Товщина покриття після синтезу $\approx 250 \dots 300 \text{ }\mu\text{m}$. Перед трибологічними випробуваннями синтезовані ПЕО шари шліфували алмазним кругом до розміру $d = 42 \pm 0,02 \text{ mm}$ та шорсткості $R_a = 0,6$ $R_z = 3,5 \text{ }\mu\text{m}$. Параметри шліфування: швидкість обертання деталі 190 min^{-1} , швидкість обертання круга 30 m/sec, подача стола 0,3 m/min, глибина різання 0,025 mm за прохід [3].

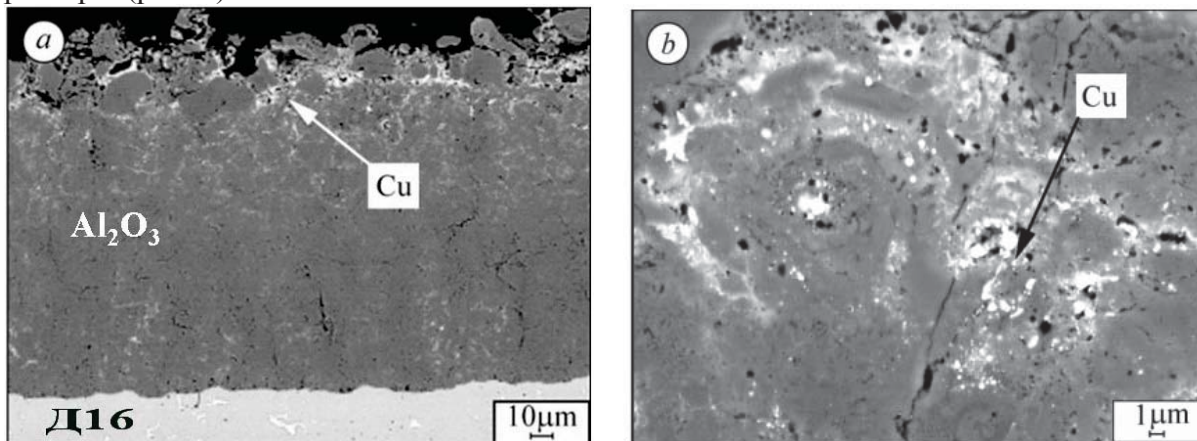
Зразки "колодка" виготовляли зі сталей 45 та У8 аналогічного внутрішнього діаметра та товщини. Стальні зразки перед випробуваннями відпалювали у вакуумі за температури 800°C упродовж 1 h.

Зношування зразків колодка визначали гравіметричним методом на аналітичній вазі Radwag WAA 160 з точністю $\pm 0,0001 \text{ g}$. Макроструктуру поверхонь тертя вивчали на мікроскопі Zeiss Stemi 2000-c, а мікроструктуру та поелементний аналіз утворених

вторинних структур – на сканувальному електронному мікроскопі EVO-40XVP (Carl Zeiss) із системою рентгенівського мікроаналізу INCA Energy.

Результати досліджень.

Структура ПЕО шарів на алюмінієвих сплавах. У структурі ПЕО шарів, синтезованих на сплаві Д16Т виявлено сегрегації виділень чистої міді нанометричних розмірів (рис. 1).

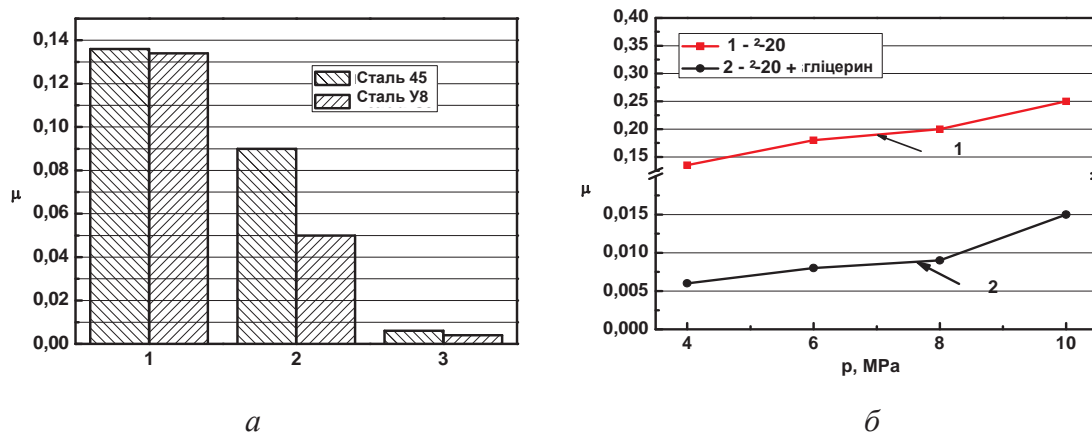


(а) – поперечний переріз, (б) – поверхня тертя

Рисунок 1 – Мікроструктура ПЕО шарів, синтезованих на алюмінієвому сплаві Д16

Частинки міді появляються в оксидній фазі, очевидно, наступним чином: в каналі іскрового розряду в процесі плазмо-електролітного синтезу утворюється як оксид алюмінію, так і оксид міді. В подальшому залишок розплаву алюмінію відновлює оксид міді до чистої міді. У структурі оксидних шарів на сплаві АМг-6 виявлено виділення чистого магнію [2].

Трибологічні дослідження. Випробуваннями контактних пар ПЕО шари, синтезовані на сплавах АМг-6 та Д16Т (зразки диск) у парі із контртілами зі сталей 45 та У8 (зразки колодка) виявили, що зношення дисків гравіметричним методом не фіксується, а знос сталевих контртіл із цих двох сталей в досліджуваних роздільних середовищах подано на рис. 2 а.



(1) – в оливі І-20, (2) – в оливі І-20 з додатком 0,5 об. % дистильованої води, (3) – в оливі І-20 з додатком 1 об. % 2,5% водного розчину гліцерину; б) в контакті зі сталлю 45 в оливі І-20 (1), в оливі І-20 з додатком до неї 1 % 2,5 % водного розчину гліцерину (2) за різних навантажень

Рисунок 2 – Усереднені значення коефіцієнтів тертя пар тертя – ПЕО шари, синтезовані на сплаві Д16Т (час випробувань 4 години): а) за контактного навантаження 4 МПа

Із рис.2 видно, що за додатку води до мінеральної оливи І-20 при контактуванні ПЕО шару, синтезованого на сплаві АМГ-6 зі сталлю 45 зношування стальних контртіл зменшується \approx у 1,5 рази порівняно як в чистій мінеральній оливі, а за додатку водного розчину гліцерину до неї – \approx у 2 рази. Зношування контртіл зі сталі У8 є меншим – відповідно \sim у 3 та 3,5 рази (рис. 2 а). Середні значення коефіцієнтів тертя для цих двох сталей при випробуванні в мінеральній оливі $\epsilon \approx$ на рівні 0,15 0,2, а температура триборозігріву зони контакту зменшується \approx від 100°C до 80°C . За додатку водного розчину гліцерину до мінеральної оливи ці два параметри найнижчі – \approx 0,125, та відповідно \approx 60°C . Фрикційна поведінка сталей за контактування у парі із ПЕО шарами, синтезованими на сплаві Д16Т – інша, особливо за додатку до мастила водного розчину гліцерину. Коефіцієнт тертя зменшується \approx в 30 разів, а температура триборозігріву зони контакту \approx в 5 разів. Середні значення коефіцієнтів тертя для цих двох сталей у парі із ПЕО шаром на сплаві Д16 $\epsilon \sim$ 0,005, а температури триборозігріву зони контакту \sim 20°C .

На рис.2 б приведено усереднені значення коефіцієнтів тертя і показано, як впливає додаток гліцерину на зміну трибологічних параметрів у парх тертя ПЕО шари, синтезовані на сплаві Д16Т – сталь 45 та У8 при зміні питомого навантаження від 2 ...10 МПа.

Мікроскопічними дослідженнями поверхонь тертя стальних контртіл після трибологічних випробувань у всіх досліджуваних роздільних середовищах у парі із ПЕО шарами, синтезованими на сплаві АМГ-6 виявили трибосинтезовані блискучі склоподібні плівки. В той час як при контактуванні сталей із ПЕО шарами, синтезованими на сплаві Д16Т поверхні тертя наче у вихідному стані.

Фазовий аналіз трибоструктур (ТС), утворених на поверхнях стальних контртіл, після фрикційної взаємодії із ПЕО шарами, синтезованими на сплаві АМГ-6, проводили на дифрактометрі ДРОН-3М у випромінюванні $\text{Co-K}\alpha$. Детальним аналізом дифрактограм (рис.3) встановили, що найінтенсивнішими фазами є: $+$ – $\alpha\text{-Fe}$, $*$ – Fe_3C , незначна кількість FeAl_2O_4 (герценіту) та оксиду SiO_2 , що відносяться до фазового складу трибосинтезованої плівки.

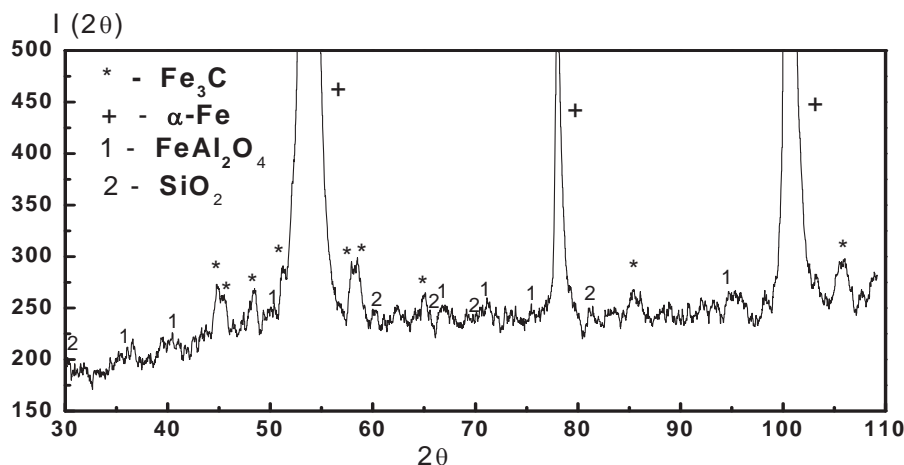


Рисунок 3 – Фазовий склад ТС, утворених на поверхні тертя контртіла зі сталі 45 після трибологічних випробувань у парі із ПЕО шаром, синтезованим на сплаві АМГ-6. Контактне навантаження 4 МПа

Фази: $+$ $\alpha\text{-Fe}$, $*$ Fe_3C , 1- FeAl_2O_4 , 2 – SiO_2 Роздільне середовище – мастило І-20 з додатком 1 vol. % 2,5 % водного розчину гліцерину

Отже, на поверхнях тертя сталевих контртіл синтезується ТС типу шпінелі – герценіт – із загальною формулою $FeAl_2O_4$, а у нашому випадку – $Fe_{0,816} Al_{0,184}$ ($Al_{1,816} Fe_{0,184} O_4$). Ця трибосинтезована сполука захищає сталеві поверхні від руйнування за дії водню [4]. Без впливу механічного чинника синтез герценіту відбуваються за інших умов, і режими його формування не можна ні порівнювати, ні співставляти. Так, у дугових печах він синтезується за температур, що перевищують $1500\text{ }^\circ\text{C}$ за прямої реакції між FeO та Al_2O_3 . І його часто представляють формулою $Fe(Fe_{0,5} Al_{1,5})O_4$, а за сумарної дії азоту та водню – вона синтезується за температур $\approx 490\text{...}600\text{ }^\circ\text{C}$. Цим трибоекспериментом встановлено, за контактування ПЕО шару, синтезованого на сплаві АМг-6 синтез герценіту на залізобуглецевих сплавах відбувається за температур до $120\text{ }^\circ\text{C}$, але за механічного впливу та дії водню, через деструкцію роздільного водень-вмісного середовища. Цей, трибо синтезований шар перешкоджає зношуванню сталевих поверхонь за дії водню та відновленню Fe^{2+} до Fe^0 через окиснення його водою [4].

ТС на поверхнях контр тіл досліджували також і електронно-мікроскопічним методом (ЕМ) та проводили їх по елементний аналіз. Виявили, що їх морфологія після випробувань в конкретних роздільних середовищах дещо інша. Однак, дослідженнями у зворотньо розсіяних електронах (BSD) виявили, що вони мають характерну кластерну будову, яка складаються із білих, світло-сірих, темно-сірих та чорних включень. В білих – більше заліза, менше алюмінію та кисню, в темні – навпаки містять більше – алюмінію, магнію та кисню. Світлі включення містять переважно залізо та незначну домішку кисню (очевидно локально утворюються не оксиди, а леговані киснем сполуки), а темні включення – мають домішки алюмінію, магнію та значну кількість кисню). Після випробувань у оливі із додатком до неї гліцерину морфологія утвореного трибо шару інша, однак співвідношення між елементами у кластерах подібне. Подібною є будова ТС, утворених і на сталі У8.

ЕМ дослідженнями поверхонь тертя сталевих контр тіл після фрикційної взаємодії із ПЕО шарами, синтезованими на сплаві Д16Т виявили, що вони практично як у вихідному стані.

Отримані результати щодо фрикційної поведінки тріади ПЕО шари, синтезовані на сплаві Д16Т – залізобуглецеві сплави – мастило - гліцерінова суміш, згідно загальноприйнятих уявлень про тертя та зношування правильно пояснити поки, що неможливо. Є припущення.

Згідно [4], такий перебіг процесів тертя найімовірніше пов'язаний із поведінкою водню у зоні контакту за фрикційної взаємодії, який утворюється під час деструкції роздільного середовища. Як і під час вибіркового перенесення, так і під час водневого зношування в зоні контакту на поверхнях тертя, відбуваються реакції, обумовлені впливом водню в іонній формі за фрикційної взаємодії. Саме протон водню H^+ і є рушійною та транспортуючою силою. Можлива також і каталітична дія ювенільних поверхонь перехідного металу – заліза із утворенням атомарного кисню, його взаємодії із атомарним воднем та синтезом води у зоні контакту. Перебіг такої реакції перешкоджає окисненню та водневому зношуванню поверхонь, і відбувається без окиснювальне зношування. Тому, в зоні контакту і відбуваються ендотермічні реакції. При трибо деструкції гліцерину водень може відновлювати як оксиди міді так і оксиди заліза. Може відбуватися утворення полімерів тертя – як гліцератів заліза так і міді та води. Такий перебіг процесу відбувається за температур до $\approx 65\text{ }^\circ\text{C}$. За вищої температури буде відбуватися інтенсивне зношування за дії водню.

Нами [2], також було зроблено розрахунки, і показано, що під час трибо хімічних реакцій, які можливі за участі гліцерину – залізо буде окислюватися до оксидів та гідроксидів (II) та (III), які, взаємодіючи з гліцерином, утворюватимуть

гліцерати заліза різного складу. Такі реакції термодинамічно вигідніші, ніж утворення гліцерату міді. Одночасно, на ювенільній поверхні контр тіла можлива і пряма взаємодія заліза та гліцерину внаслідок високої активності атомів заліза, а також низької кислотності гліцерину. На ювенільних залізних поверхнях може формуватися плівка гліцератів заліза, що опосередковано підтверджують експериментальні дані [2]. За додавання до мастила гліцерину підвищуються максимально можливі контактні навантаження в парах тертя ПЕО шари на сплаві Д16Т – залізобуглецеві сплави, низькі температури трибо розігріву та різке зменшення зношування. Оскільки, одно заміщені гліцерати заліза є гігроскопічними речовинами, здатними утворювати сольватні комплекси з будь-якими спиртами, то формуванню захисної плівки на поверхні залізобуглецевих сплавів сприятимуть полімеро подібні асоціати та синтез води.

Висновок. Вивчено трибологічну поведінку контактних пар діелектрик – провідник (кераміка – метал) на прикладі ПЕО шарів, синтезованих на легких сплавах АМг та Д16Т в контакті із залізобуглецевими сплавами – сталлю 45, У8.

Фазовим аналізом виявлено відмінності у структурі ПЕО шарів, синтезованих на сплавах АМг-6 та Д16Т. Зокрема, у ПЕО шарах із підвищеним вмістом магнію утворюється значна кількість фази збагаченої киснем складу ($MgO_xAl_2O_3 \cdot 3SiO_2$) – так звана шпінель із дефектною структурою. За фрикційної взаємодії таких ПЕО шарів із будь-яким залізобуглецевим сплавом відбувається втілення атомів заліза в металічну підгратку шпінелі, внаслідок чого в зоні контакту утворюється тонка герценітна плівка $FeAl_2O_4$, товщина якої з часом зростає, оскільки більше атомів заліза дифундує у структуру шпінелі. Фаза $FeAl_2O_4$ запобігає утворення водню в зоні контакту.

У ПЕО шарах, синтезованих на сплаві Д16Т із підвищеним вмістом міді дана фаза відсутня. Натомість виявлено фазу $NaAlO_2$ яка запобігає синтезу герценітної плівки в зоні контакту через утворення атомарного водню. Тому при терті утворюється лише гліцератна плівка, товщина якої практично не змінюється і трибопара працює в режимі без окиснювального зношування.

Список літератури

1. Гордиенко, П.С. Образование покрытий на аноднополяризованных электродах в водных электролитах при потенциалах пробоя и искрения [Текст] / Гордиенко П.С. – Владивосток: Дальнаука, 1996. – 216 с.
2. Student, M.M. Tribological properties of combined metal-oxide-ceramic layers on light alloys / M.M. Student, V.M. Dovhunyuk, M.D. Klaviv [and all.] // Materials Science, Vol. 48, No. 2, 2012 pp. – P. 55 – 64.
3. Phase transformation in plasma electrolytic oxidation coatings on 6061 aluminum alloy V. Dehnavi, X.Y. Liu, B. L. Luan and all. Surface & Coatings Technology 251, 2014, 106-114 p.
4. Shatskyi, I. P. Strength optimization of two-layer coating for the particular local loading condition / I. P. Shatskyi, L. Ya. Ropyak, M. V. Makoviichuka // Strength of Materials, Vol. 48, No. 5, September, 2016 – P. 726-730.
5. Molina, G. J Triboemission from ceramics: charge intensity and energy distribution characterization. Dissertation submitted to the Faculty of Virginia Polytechnic Institute and State University in partial fulfillment of the requirements for the degree of July 3, 2000 Blacksburg, Virginia, 182 p.

Muhajlo Student, Prof., DSc., Yaryna Sirak, post-graduate

Physico-mechanical institute by G.V.Karpenko of NAS of Ukraine, Lviv, Ukraine

Sergey Markovich, Assos. Prof., PhD tech. sci.

Central'no Ukrainian national technical university, Kropivnizksiy, Ukraine

Tribological characteristics of plasma-electrolyte layers in pairs with steels 45 and U8

Purpose of this work to probe the tribologichnu conduct of PEO glowed, synthesized on the easy alloys of АМg-6 and D16Т in the clean mineral olive of I-20, with an appendix to it of the distilled water and water solution of glycerin at a contact from stalyami 45 and U8 .

The tribological behavior of steels 45 and Y8 in pairs with PEO layers synthesized on light alloys AMg-6 and D16T in mineral oil I-20 with the application of distilled water and an aqueous solution of glycerin was investigated. They found a difference in the frictional behavior of plasma-electrolyte layers synthesized on aluminum alloys with increased magnesium content (AMg-6) and with an increased copper content (D16T) in contact with steel counterweights. In the case of contact between the plasma-electrolyte layers synthesized on the AMg-6 alloy with the steels under investigation, as a result of tribochemical reactions in the contact zone on the steel surface, a spinel-type oxide layer is synthesized with the general formula $FeAl_2O_4$, which protects them from wear by exposure to hydrogen. Loads not exceeding 4 MPa. In the case of contact between the plasma-electrolyte layers synthesized on the D16T alloy, oxygen-free wear of steel counter-bodies occurs and such a contact pair is operable to loads above 10 MPa with a low frictional heating temperature.

Investigational tribological behavior of pair of dielectrics – an explorer (ceramics are a metal) glowed on the example of PEO, synthesized on the easy alloys of AMg and D16T in a contact with iron-carbon alloys – steel 45, U8.

oxide-ceramic layers, friction, wear, friction coefficient, steel

Одержано 18.05.17