

УДК 621.891(045)

¹М.В. Кіндрачук, д-р техн. наук
²Е.А. Кульгавий, канд. техн. наук**ТРИБОЛОГІЯ – НАУКА ДВАДЦЯТЬ ПЕРШОГО СТОЛІТТЯ**НАУ, кафедра машинознавства
e-mail: ¹m_kindrachur@ukr.net; ²kulgavaya@list.ru

Розглянуто вплив трибологічних процесів на надійність, довговічність, безпеку всіх типів технічних систем та роль цих процесів у техногенному навантаженні на екологію планети. Вивчено механізм трибологічних процесів. Показано принципову можливість зменшення інтенсивності потоків енергії речовини і відмов у трибологічних системах. Реалізація запропонованих механізмів дозволить поліпшити якість життя без збільшення впливу техногенної діяльності людини на природу.

Вступ

Техногенна діяльність людини є однією з головних причин потепління клімату і багатьох природних катастроф. Поліпшення якості життя прямо пов'язано зі збільшенням спожитої енергії, трудових і матеріальних витрат на виробництво, експлуатацію і відтворення зношеної техніки, устаткування, одягу, взуття і т.д. При сучасному підході наближення до поліпшення якості життя у всіх регіонах до рівня розвинутих країн неминуче приведе до великомасштабної необоротної екологічної катастрофи. Для того, щоб поліпшення якості життя відбувалося без катастрофічних явищ у природі і суспільстві необхідно багаторазово знизити споживання всіх видів ресурсів. Розв'язання цієї проблеми безпосередньо пов'язано з проблемами трибології, тому що процеси тертя, зносу і відмов охоплюють з усіх боків людську життєдіяльність і є основними споживачами ресурсів. Цим процесам відповідають потоки енергії, речовини і відмов, зменшення інтенсивності цих потоків у всіх типах трибосистем на один-два порядки може багаторазово знизити рівень споживаних ресурсів на умовну одиницю якості життя людини, а це, у свою чергу, дозволить вирівняти і поліпшити якість життя всіх людей без збільшення навантаження на екологію планети. Рішення трибологічних проблем дозволить уникнути незворотних природних і суспільних катастроф, тому трибологія повинна стати пріоритетним напрямом розвитку науки в ХХІ столітті.

Стан питання

Аналіз розвитку практичної трибології в авіації, результатів широкомасштабних лабораторних експериментів, а також теоретичні дослідження енергетичних, силових та ймовірнісних полів у трибологічному контакті дозволяють позитивно відповісти на запитання про принципову можливість зменшення інтенсивності трибологічних потоків на 1–3 порядки [1–3].

У цій роботі подані деякі результати цих праць, а також нових досліджень у розглянутому напрямі. Трибологія вивчає процеси, що відбуваються при контактуванні двох твердих тіл, що знаходяться під навантаженням у стані відносного руху. Два контактуючих твердих тіла і мастило – тверде, рідке, газоподібне або їхня суміш формують трибосистему, у якій під час руху виникають потоки енергії, речовини і відмов. Оскільки інтенсивність потоків значною мірою визначає довговічність, надійність і безпеку різних побутових і технічних об'єктів, тому керуванню цими потоками завжди приділяли значну увагу, однак, тривалість процесів зносу і надзвичайно малі допустимі ймовірності відмов обмежують можливості прямих лабораторних експериментальних методів. Спроби одержати і використовувати кореляційні зв'язки між триботехнічними і механічними характеристиками матеріалів, що визначаються відносно швидко, були найчастіше невдалими, більш ефективними виявилися методи практичної трибології.

Експериментальним шляхом було встановлено, що сила тертя твердих тіл пропорційна навантаженню, і було введено поняття коефіцієнта тертя, який визначається відношенням сили тертя до навантаження. Коефіцієнт тертя має певне значення для кожної трибосистеми, він однорідний у широкому діапазоні зміни зовнішніх факторів.

Найбільш високі результати в області практичної трибології отримані в авіації, де через економію маси трибосполучення працюють в умовах максимально допустимих навантажень, при цьому необхідне виконання жорстких вимог безпеки.

Аналіз відмов, несправностей і авіаційних подій, а також технічної документації з експлуатації і ремонту авіаційної техніки, дослідження поверхонь тертя і продуктів зносу дозволили встановити кілька фундаментальних фактів, що стосуються процесів у трибосистемах.

Перший факт полягає в тому, що в трибологічному контакті існує два стани – нормальний і аномальний. Перехід з одного стану в інший супроводжується для кожної трибосистеми деяким набором явищ, що використовують як діагностичні ознаки.

Більш ніж віковий досвід експлуатації показав, що практично всі трибосистеми однорідні щодо невеликої кількості таких ознак: засвітлення, ризики, втомлювальне руйнування, схоплювання і фретинг на поверхнях тертя; зміни в акустичному і вібраційному спектрі; появи частинок вихідного матеріалу (металу) у продуктах зносу, підвищення концентрації деяких елементів у мастилі тощо.

Властивість однорідності дозволяє аналізувати одночасно велику кількість об'єктів, що мають величезні напрацювання, виявляти аномальні явища на ранній стадії, давати апіорні й апостеріорні оцінки ймовірності навіть дуже рідким подіям.

Другий факт свідчить про те, що в трибологічному контакті працюють речовини, що утворюються в процесі припрацювання і докорінно відрізняються від вихідних матеріалів трибосистеми. Ці речовини є кінцевими продуктами фізико-хімічної взаємодії всіх елементів трибосистеми: окисли, сульфіді, нітриди, фосфати, кокси, металоорганічні солі і комплекси у вигляді молекул, кластерів та ультрадисперсних частинок. Знаходячись у кінцевому стані, такі частинки не чутливі до всіх видів зовнішнього впливу, наприклад, окисли заліза не змінюють властивостей до температури 1000 К [4].

Дослідження цих фактів і закономірностей виникнення аномальних станів дозволили розробити системи регламентних робіт, а також засоби і методи діагностики й аналізу, що забезпечують імовірність авіаційних подій з технічних причин на рівні 10^{-7} на годину нальоту.

Забезпечення такого рівня вимагає матеріальних, часових і трудових витрат, порівнянних за вартістю з ціною нових літаків, при цьому протягом технічного ресурсу трибосполучення літаків і двигунів замінюють декілька разів. Для того, щоб ресурс трибосполучень наблизити до ресурсу конструкції, потрібно на порядок зменшити в них потоки енергії, речовини і відмов.

Таким чином, трибологічні проблеми авіації аналогічні загальнотрибологічним проблемам і для їх вирішення потрібно, в першу чергу, визначити природу встановлених фактів.

Тертя

Процеси тертя визначають енергетичні потоки в трибосистемах. Для керування цими потоками потрібно знати механізми виникнення тепла і формування сили тертя. З метою аналізу була прийнята модель трибологічного контакту у вигляді ансамблю зв'язків – двоатомних систем, що виникають у контакті при накладенні зовнішнього навантаження, пружні сили зв'язків компенсують це навантаження. Відносна кількість таких зв'язків пропорційна відношенню навантаження до модуля пружності і при реальних навантаженнях знаходиться в діапазоні 10^{-6} – 10^{-4} від загальної кількості атомів на площі контакту.

Таким чином, зв'язки розділені десятками і сотнями міжатомних відстаней і з точністю до характеристик пластичності ($\sim 0,01$) вони однорідні щодо енергії.

При відносному русі в контакті виникає обмінний процес, коли деякі атоми віддаляються, зв'язки між ними рвуться й атоми стають поверхневими, здобуваючи надлишкову енергію. Одночасно в інших місцях виникають нові зв'язки, при цьому атоми, що вступили у зв'язок, втрачають надлишкову енергію.

Загальна усереднена кількість зв'язків постійна, а їх сумарна сила відштовхування дорівнює зовнішньому навантаженню. За час існування зв'язку від моменту утворення до розриву вона робить близько 10^3 флуктуацій, викликаних тепловими коливаннями атомів.

На етапі зближення атомів і утворення зв'язку відбувається зменшення надлишкової енергії і формування теплових фонів. Перетворення контролює ентропія, стани фонуна близькі до рівноймовірних у всіх напрямках тривимірного простору, при цьому результуюча сила на етапі зближення атомів близька до нуля. Після виникнення тепловий фон переходить у напрямку температурного градієнта в мастило або об'єм твердих тіл.

Пройшовши стан з мінімальною енергією, зв'язок переходить на етап розриву, при цьому атоми стають поверхневими і здобувають надлишкову потенційну енергію.

На придбання цієї енергії затрачується робота, яка дорівнює середній силі в напрямку руху, помноженій на відстань, сумарна сила всіх зв'язків у будь-який момент часу і визначає силу тертя.

Оскільки сила зв'язку дорівнює градієнтові потенційної енергії, то формування сили тертя контролює енергія. Силу тертя $F_{тр}$ можна подати у вигляді:

$$F_{\text{тр}} = NP/D \int F(r)p(r)dr, \quad (1)$$

де N – кількість атомів на одиницю площі контакту; P – навантаження; D – об'ємний модуль пружності; $F(r)$ – сила зв'язку в стані міжатомної відстані r ; $p(r)$ – густина ймовірності станів на r .

Вираз перед інтегралом визначає кількість зв'язків у трибологічному контакті, що пропорційна зовнішньому навантаженню. Індивідуальні властивості трибосистеми відображають функція $F(r)$ і густина ймовірності $p(r)$. Інтеграл оцінює середню силу зв'язку.

Розрахунки сил тертя з використанням виразу (1) дали задовільний збіг розрахункових і експериментальних результатів. Якщо у виразі (1) кількість зв'язків порівняти до кількості атомів N , то одержимо вираз для розрахунку міцності на розрив. Проведені оцінки підтвердили відомий факт, який полягає в тому, що розрахункова міцність на два-три порядки вище реальної.

Дослідження станів ансамблю зв'язків на поверхні розриву показали, що міцність визначають не всі зв'язки, а невеликий надлишок притягувальних зв'язків, що утворюються в результаті перерозподілу ймовірностей станів у силовому полі. Основна множина зв'язків знаходиться в скомпенсованому стані, коли в процесі теплових коливань у будь-який момент часу зв'язки притягування врівноважуються зв'язками відштовхування.

Для того, щоб на один-три порядки зменшити інтенсивність потоків енергії в трибосистемах, потрібно збудити в трибологічному контакті відштовхувальні фазові стани в напрямку ковзання. Як приклад можна привести трибоструктуру Гаркунова: у найтонших шарах атомарної міді у відновленому середовищі коефіцієнт тертя менший, ніж при терті вихідної бронзи [5]. Блокуючи стани відштовхування у твердому тілі, можна збільшити їх міцність, як це спостерігається в тонких монокристалічних нитках.

Знос, відмова

Процес обміну зв'язків у трибологічному контакті супроводжується флуктуаціями міжатомних потенціалів, переносом атомів речовини з однієї поверхні на іншу, хімічною взаємодією з атомами контртіла і мастила.

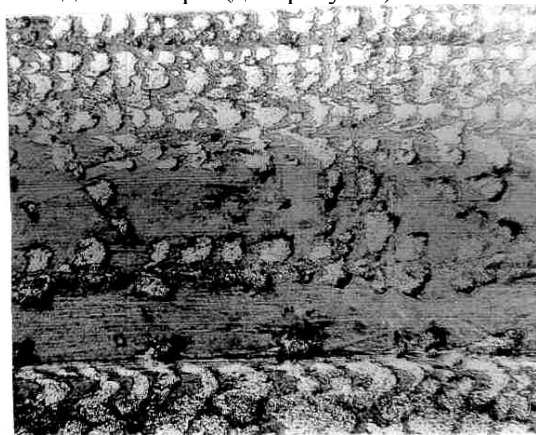
У разі відсутності потенційних і дифузійних бар'єрів, речовина швидко переходить у кінцевий фізико-хімічний і агрегатний стани у вигляді окислів, сульфідів, коксів, інтерметалідів, металоорганічних сполук, чистих металів тощо.

Ці речовини у вигляді молекул, кластерів і мікрочастинок переносяться між поверхнями, переміщуються, обмінюються речовиною і зв'язками між собою і з елементами трибосистем.

Унаслідок високої дисперсності такі частинки мають розвинуту поверхню і великий надлишок вільної енергії, прямування якої до мінімуму приводить до взаємодії частинок з поверхнею і між собою. У процесі тертя відбувається безперервний перенос частинок між поверхнями і по площі контакту, при цьому всі напрямки приблизно рівноймовірні і частина речовини виходить із системи у вигляді продуктів зносу.

Перенос частинок відбувається у флуктуючому випадковому потенційному полі, викликаному обміном зв'язків між атомами контактуючих твердих тіл. При цьому виникають сприятливі умови для реалізації ефекту Зельдовича, в якому основну роль відіграє випадковість [6]. У випадкових місцях у випадкові моменти виникають піки ймовірності потенціалу.

На еволюційному етапі припрацювання навіть слабким пікам імовірності відповідають різкі піки концентрації речовини, що переноситься, у вигляді окремих скупчень на поверхні тертя. Такі ділянки стають центрами формування трибоструктур у вигляді сіток, комірок, суцільних клино- і хвилеподібних шарів (див. рисунок).



Трибоструктура на поверхні електролітичного хрому (темні ділянки) після тертя по сталі 45 у гідрорідині АМГ-10, $\times 200$

Трибоструктура – це особливий стан речовини, що самочинно утворюється при далеких від рівноваги умовах трибологічного контакту. У рідких і газоподібних речовинах стійкі рівноважні стани, що відповідають максимуму ентропії, тобто рівномірному розподілу речовини в просторі. Структуру твердих тіл визначає прямування вільної енергії до мінімуму, цьому відповідають упорядковані кристалічні структури.

У трибоструктурах стійкі стаціонарні стани зумовлені конкуренцією вільної енергії й ентропії.

Після утворення скупчень речовини, що переноситься, на етапі припрацювання визначаються пріоритетні напрямки і потоки речовини направляються на формування трибоструктур за градієнтом вільної енергії, а потоки із системи зменшуються, наближаючись до стаціонарного рівня.

Час роботи будь-якої трибосистеми можна розділити на два етапи:

– еволюційний етап припрацювання, протягом якого формується трибоструктура;

– стаціонарний етап, коли трибоструктура функціонує за нелінійними законами синергетики та її надмірне зростання обмежено ентропією, а нижній рівень – вільною енергією.

Стаціонарні потоки енергії, речовини і відмов мають сталі в часі середні значення і дисперсію.

Скориставшись лінійним наближенням рівняння переносу Больцмана, одержимо формули, що описують інтенсивність потоків енергії, речовини і відмов:

$$dy/dt = -(y_0 - \langle y \rangle) / T;$$

$$y(t) = (y_0 - \langle y \rangle) \exp(-t/T) + \langle y \rangle;$$

$$y(t) = (y_0 - \langle y \rangle) T [1 - \exp(-t/T)] + \langle y \rangle t = y_0 + \langle y \rangle t,$$

де y_0 , $\langle y \rangle$ – початкове і стаціонарне значення процесу; $y(t)$ – інтегральний процес; t – час релаксації процесу припрацювання.

Стаціонарному процесу потужності тертя $N(t)$ відповідає інтегральний процес – енергія тертя $E(t)$, швидкості зносу $i(t)$ – знос $I(t)$, інтенсивності відмов $p(t)$ – імовірність відмов $P(t)$.

Експоненти відображають еволюційний процес припрацювання, а функціонал y_0 – внесок припрацювання в інтегральний процес.

Трибоструктура складається з мікрочастинок кінцевих продуктів і кожна частинка малочутлива до зовнішнього впливу. Однак трибоструктура, як єдине когерентне об'єднання частинок, чітко реагує на зміну кількості енергії і її розподіл між потенційною й ентропійною складовими. Вільна енергія формує трибоструктуру і сприяє її підвищенню, а ентропія збільшує рухливість частинок, а також їхнє прагнення до рівномірного розподілу. Це обмежує зростання трибоструктур, сприяє їхньому частковому руйнуванню і виносу деякої кількості речовини у вигляді продуктів зносу.

Аналіз цих продуктів, а також поверхневих станів дозволили прийняти гіпотезу про трибоструктури і досліджувати механізми їх функціонування.

Після скидання деякої кількості речовини у вигляді зносу, обсяг і ентропія трибоструктури зменшуються, визначальним стає енергетичний фактор, взаємодіють виступаючі ділянки твердих тіл, утворюються кінцеві продукти, трибоструктура відновлюється, підвищується і потім знову руйнується під дією ентропійного фактора.

У такий спосіб формується стаціонарний процес. Отже, знос – це результат участі речовини твердих тіл у формуванні трибоструктур, ці тіла є внутрішнім джерелом потоку речовини. Для того, щоб дивергенція потоку речовини дорівнювала нулю, необхідно виключити ці джерела, а трибоструктура повинна поповнюватися за рахунок мастильної рідини. Таким чином, можна на один–три порядки зменшити інтенсивність зносу і навіть досягти ефекту відсутності зношування.

Як приклад існування таких процесів можна привести вузли тертя компресорів деяких холодильників. Трибоструктура в них утвориться з іонів міді, що знаходяться в мастилі – холодоагенті в результаті розчинення мідних трубок, що його підводять. Трибоструктура зростає доти, доки сама не починає розчинятися в холодоагенті, і в системі трибоструктура-холодоагент виникає стаціонарний процес без зношування. Розміри деталей, що проробили десять, п'ятнадцять, двадцять і двадцять п'ять років, були в межах технологічних допусків.

Таким чином, потоки речовини в трибосистемах визначають трибоструктури, їх властивості залежать від рівня енергії, а цей рівень – пропорційний швидкості і навантаженню. У будь-якій трибосистемі на просторі швидкостей і навантажень існує область, у кожній точці якої визначений стаціонарний стан, а процеси тертя, зносу і відмов мають незмінні значення середніх і дисперсії. Кожна точка області є атрактором, тобто визначає стан, до якого прагне система на етапі припрацювання і під час руху в межах цієї області. Рух розглядається в значенні зміни швидкості і навантаження, тобто є рухом у просторі станів.

Область стаціонарних станів обмежена станами, в яких імовірність виникнення процесів відмов збільшується від значень, близьких до нуля, до значень, близьких до одиниці. Виникнення відмови пов'язане з порушенням у трибоструктурі стаціонарного балансу між вільною енергією й ентропією. При надлишку ентропії частинки занадто рухливі, несуча здатність трибоструктури зменшується і тверді тіла взаємодіють безпосередньо, що призводить до відділення мікроскопічно крупних частинок.

Ці частинки викликають у контакті відділення нових частинок, процес розвивається за автокаталітичним шляхом, що приводить до незворотного руйнування трибоструктури, аномально високих значень тертя і зносу, заклинюванню і пожежам. При нестачі ентропії відбувається розрив трибоструктури через недостатню рухливість її елементів, тому при низьких температурах трибосистеми підігривають, а при високих навантаженнях використовують системи охолодження.

Багаторазове зменшення енергії тертя пропорційно знижує виробництво ентропії, розширює область стаціонарних станів і зменшує потоки відмов.

Висновок

В основі аналізу станів трибологічного контакту і трибологічних процесів лежать два фундаментальних поняття – ансамбль міжатомних зв'язків і трибологічна структура.

Трибологічний контакт і поверхня руйнування твердого тіла зображені у вигляді ансамблю міжатомних зв'язків, однорідних щодо енергії і що відрізняються тепловими коливаннями, конфігурацією або положенням у міжатомному просторі. Кожній точці цього простору поставлена у відповідність сила, яка дорівнює градієнту потенціалу та ймовірність, що є зворотною до швидкості флуктуації зв'язку. Використовуючи інтеграл Лебега-Стілтєса, визначили середнє за флуктуацією значення сили в зв'язку, помноживши її на кількість зв'язків на поверхні розриву твердого тіла, визначили міцність, а помноживши на кількість зв'язків у трибологічному контакті, обчислили силу тертя.

Аналіз результатів показав, що на поверхні розриву основна маса зв'язків скомпенсована, тобто зв'язки, що знаходяться в конфігураціях, які притягають, врівноважуються зв'язками, що знаходяться у конфігураціях, які відштовхують. Міцність визначає той невеликий надлишок притягуючих зв'язків, що утворюються на поверхні розриву через збільшення ймовірності притягувальних станів внаслідок асиметрії міжатомного потенціалу. Тому реальна міцність твердих тіл на 2–3 порядки менша за розраховані, виходячи тільки із сил електростатичного притягування.

У трибологічному контакті зв'язки між атомами контактуючих поверхонь розділені десятками і сотнями міжатомних відстаней, тому кінетичні сили відштовхування діють нормально тільки до площі контакту, компенсуючи зовнішнє навантаження, а в напрямку руху діють лише універсальні сили електростатичного притягування.

Існує два етапи функціонування зв'язку: етап зближення атомів, на якому поверхнева енергія двох атомів самочинно перетворюється в енергію теплових фононів, їх стани близькі до симетричних, тому результируюча сила на етапі формування зв'язку близька до нуля; у разі віддалення атоми здобувають надлишкову енергію, при цьому відбувається робота в напрямку руху, що дорівнює середній силі притягування зв'язку, помноженій на міжатомну відстань. Ця сила, помножена на кількість зв'язків у контакті, дорівнює силі тертя.

Таким чином, якщо активізувати фазові стани відштовхування в напрямку ковзання, або зменшити вплив ентропійного фактора на етапі утворення зв'язку, можна на 2–3 порядки зменшити силу тертя, у свою чергу, якщо блокувати стани відштовхування на поверхні руйнування, можна на 2–3 порядки збільшити міцність твердих тіл.

Процеси зносу і відмов визначаються властивостями самоутворених в трибологічному контакті трибоструктур, при цьому стійкими стаціонарними станами керують нелінійні закони синергетики, коли надмірному зростанню трибоструктур перешкоджає ентропія.

Прагнення елементів трибоструктури до рівномірного розподілу призводить до її часткового руйнування і виносу деякої кількості речовини із системи у вигляді продуктів зносу. Обсяг і ентропія трибоструктури зменшуються, і процес уже контролює вільна енергія, з речовини елементів трибосистеми утворюються кінцеві продукти, що поповнюють і відновлюють трибоструктуру. Речовина твердих тіл, що бере участь у побудові трибоструктури, формує знос. Для того, щоб на кілька порядків зменшити інтенсивність зносу і навіть досягти ефекту відсутності зношування потрібно, щоб речовина твердих тіл не брала участь у формуванні трибоструктур, а лише виконувала функції каталізатора. Тобто потрібно створити такі трибосистеми, трибоструктури і трибопроцеси, щоб дивергенція потоків речовини дорівнювала нулю.

Якщо знос – це результат часткового зворотного руйнування трибоструктури, то виникнення процесу відмови – це результат часткового незворотного руйнування, розвиток якого призводить до повної втрати працездатності вузла.

Виникнення процесу відмови пов'язано як з нестачею, так і з надлишком ентропії в трибоструктурі порівняно зі стаціонарним рівнем.

Нестачу ентропії в трибоструктурі можна заповнити простим підігрівом, проблеми надлишку ентропії набагато складніші.

До теперішнього часу системи охолодження і методи тепловідведення досягли настільки високого рівня, що значного прогресу в цьому напрямку очікувати не доводиться.

Вирішення проблеми слід шукати в зменшенні виробництва ентропії.

Створення трибосистем зі зниженою на порядок і більшою силою тертя дозволить розширити область стаціонарних станів і зменшити, при цьому, інтенсивність відмов.

На тлі величезного масиву трибосполучень, що охоплюють з усіх боків людську діяльність, приклади досконалих, подібних до суглобів живого організму, технічних трибосистем поодинокі.

Тому проблеми трибології є першочерговими в даний час, а принципова можливість зниження на кілька порядків потоків енергії, речовини і

відмов у трибосистемах, дозволяє сподіватися на швидке збільшення кількості досконалих трибосистем і рішення в XXI столітті основних проблем трибології.

Література

1. *Кульгавый Э.А.* Триботехнические характеристики и их применение // Пробл. трибології. – 2003. – №3. – С. 51–61.
2. *Кульгавый Э.А.* Трибосистемы в случайных средах // Пробл. трибології. – 2004. – №3. – С. 8–12.
3. *Кульгавый Э.А.* Трибология и проблемы экологии // Пробл. трибології. – 2005. – №2. – С. 113–122.
4. *Киндрачук М.В., Кульгавая М.Е., Корнієнко А.О.* Влияние структуры на закономерности приращивания евтектичных сплавов // Пробл. трибології. – 2004. – №4. – С. 113–117.
5. *Гаркунов Д.И.* Триботехника. – М.: Машиностроение, 1985. – 424 с.
6. *Зельдович Я.Б.* Перемежаемость в случайных средах // УФН. – 1987. – Т. 152, Вып. 1. – С. 33–81.

Стаття надійшла до редакції 19.10.05.

М.В. Киндрачук, Э.А. Кульгавый

Трибология – наука двадцать первого столетия

Рассмотрены влияние трибологических процессов на надежность, долговечность, безопасность всех типов технических систем и роль этих процессов в техногенной нагрузке на экологию планеты. Изучен механизм трибологических процессов. Показана принципиальная возможность уменьшения интенсивности потоков энергии вещества и отказов в трибологических системах. Реализация предложенных механизмов позволит улучшить качество жизни без увеличения влияния техногенной деятельности человека на природу.

M.V. Kindrachuk, E.A. Kulgaviy

Tribology – science of the twenty-first century

In work are considered influence of tribological processes on reliability, longevity and safety of all types of the technical systems, and similarly role of these processes in the man-caused loading on ecology of planet. A mechanism of tribological processes is studied and principle possibility of reduction of intensity of streams of energy of matter and refusals in the tribological systems is shown. The realization of offered machineries will allow to improve quality of life without the increase of influence of man-caused activity on nature.