

Горенко М.В.Національний авіаційний університет,
м. Київ, Україна**ПРО МОЖЛИВІСТЬ ФОРМУВАННЯ
ЗАДАНОГО ПРОФІЛЮ
КОНТАКТНИХ ПОВЕРХОНЬ****Аналіз проблеми**

Одним із основних чинників ефективності трибосистеми є шорсткість контактуючих поверхонь тертя, яка в значній мірі обумовлює статичні та динамічні параметри трибосистеми.

При взаємодії поверхонь тертя на контакті концентруються зони підвищених навантажень, що обумовлює протікання там складних процесів взаємодії.

Поверхня характеризується показником шорсткості, яка визначає фактичну площу опорних поверхонь. На механічні властивості, крім рівня шорсткості, впливає направлення і геометрія виступів та впадин шорсткості поверхонь, особливо кути нахилу взаємодіючих вершин відносно напрямку руху площини поверхні, що в стандартизованих показниках шорсткості не враховується, бо для вимірювання таких параметрів покищо не існує надійних способів. Завдяки шорсткості взаємодія поверхонь утворює розгалужену систему каналів, заглиблень і контактів вершин [1 - 4]. По каналах під дією капілярних і зовнішніх сил тиску, які діють на поверхні, а також в результаті взаємного переміщення поверхонь переміщуються і змащувальні речовини. В каналах і об'ємах виникає градієнт опору як результат різниці градієнтів швидкостей переміщення речовин, що циркулюють.

Системи каналів характеризуються складною геометрією перерізу і різною площею перерізів по напрямках циркуляції, що при переміщенні поверхонь відтворює перистальтичний ефект, який сприяє або заважає переміщенню, приводить до перемішування і турбулізації речовин змащування. До цих факторів переміщення речовини змащування додається ще й ефект взаємних коливальних переміщень контактуючих поверхонь, які є результатом взаємодії різновисотних ділянок шорсткості по зоні контакту. Тобто взаємний коливальний процес на контакті описується швидкістю зміни локалізації взаємодіючих елементів шорсткості за проміжок часу з врахуванням зміни взаємодії локалізацій контактної зони по висоті її виступів. Загалом середня зміна висоти (h) у локалізації для множини вершин (n) на поверхні має вигляд:

$$h_{\text{зони локалізації}} = (h_1 + h_2 + \dots + h_n) / n.$$

Отже, зони локалізації виступів шорсткості на контакті утворюють складні системи тривимірних коливань, які в свою чергу впливають на наступний енергообмін в системі. Середня зміна висоти в одній площині для 2-х контактуючих поверхонь (h_{1n}, h_{2n}):

$$h_{\text{контактної зони локалізації}} = ((h_{21} - h_{11}) + (h_{22} - h_{12}) + \dots + (h_{2n} - h_{1n})) / n.$$

Тому на поверхні з великою кількістю різновисотних контактних ділянок, коливальні процеси носять несистематизований характер і змінюються на всьому шляху контактування поверхонь по амплітуді і довжині, що збільшує енерговтрати у системі. Неконтрольовані хаотичні коливальні процеси викликають передчасний знос і вихід вузла тертя з ладу. До цих чинників додається фактор впливу опору, який виникає при переміщенні змащувальної речовини по каналам. Цей фактор обумовлюється зміною векторів і швидкостей взаємного переміщення речовин по каналам, що в цілому утворює складний процес розподілу взаємодіючих потоків по поверхні контакту. Всі ці фактори негативно впливають на ефективність і економічність контактних систем.

Щоб звести до мінімуму негативні чинники, які виникають в зоні контакту, необхідно оптимізувати структуру контактуючих поверхонь.

Існуючі способи підвищення протизносних характеристик вузлів тертя і забезпечення їх функціонування в заданому діапазоні навантажень зводяться до підбору класу точності обробки поверхонь [1], та підбору відповідних матеріалів. Це забезпечує наявність каналів і резервуарів на поверхні для утримання на ній змащувальних матеріалів. Для обробки матеріалів використовується свердлувальне, токарне, фрезерне, шліфувальне, електроерозійне обладнання. У кожного з цих видів обробки стандартні ступені свободи оброблюючого інструменту, що обумовлює як результат стандартні види шорсткості без контролю геометрії схилів вершин, та інших структуризацій і без врахування напрямку переміщення змащувальних матеріалів або матеріалів зношування по поверхні в місці контакту [5].

Неврахування взаємної орієнтації векторів руху середовища по поверхні на взаємодіючих площинах, обумовленої геометрією схилів каналів та об'ємів, і зміни цих векторів і їх розподілу по контактних поверхнях приводить до енергетичних втрат в системі, і, як результат, виділення цієї енергії на контакті, зокрема у вигляді теплового і інших видів випромінювання, що веде до локального перегріву.

Шляхи вирішення проблеми

Щоб зменшити ці втрати і пропонується метод формування поверхневих структур з врахуванням розподілу векторів переміщення змащувальних речовин по каналам і об'ємам. Варіанти моделей поверхневих структур (рис. 1).

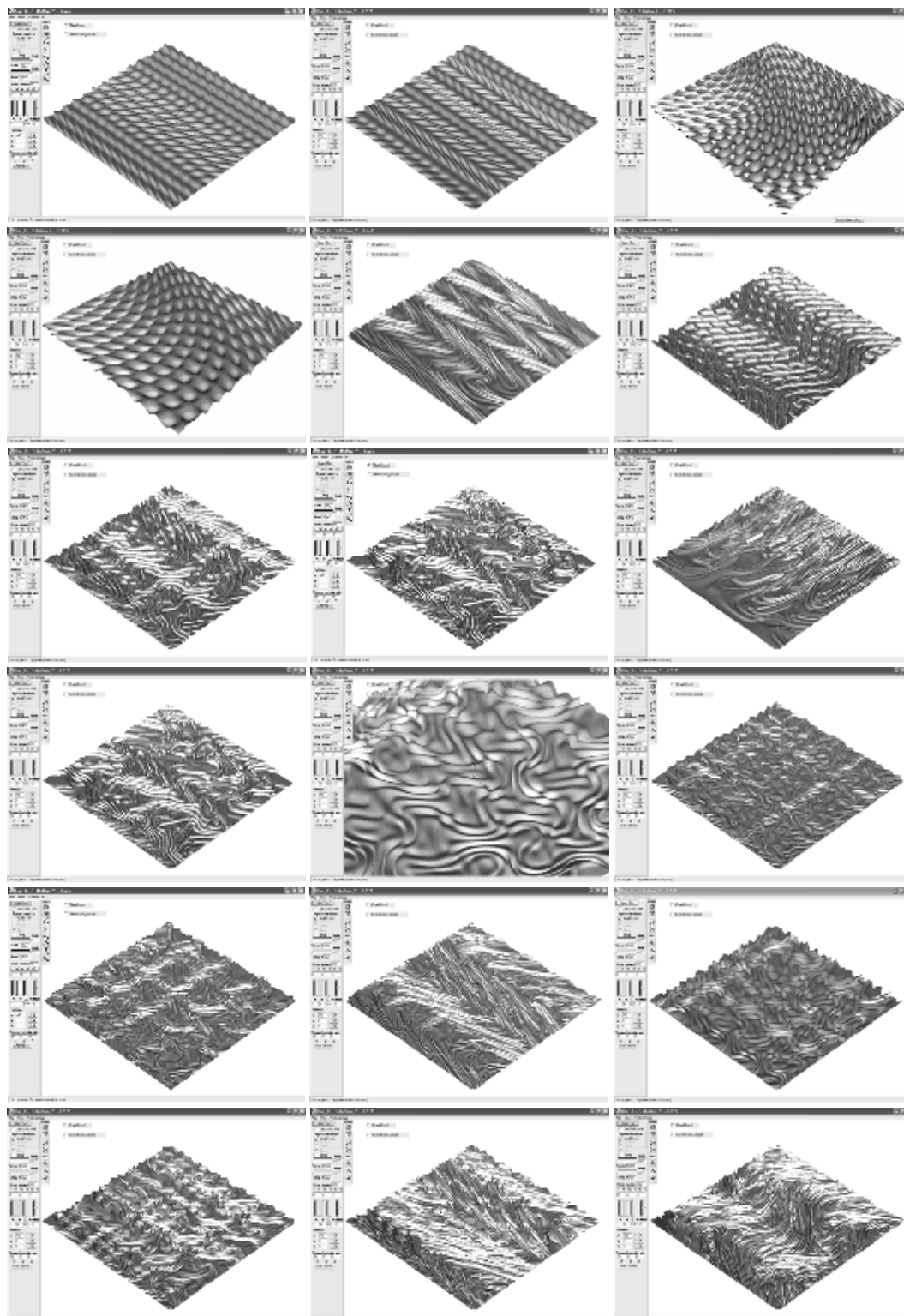


Рис. 1 – Варіанти моделей поверхневих структур з врахуванням розподілу векторів переміщення змащувальних речовин по каналам і об'ємам та площ контактних ділянок поверхні

Метод полягає в узгодженні попередньо розрахованої оптимальної нано-, мікро- і макроструктури шорсткості та інших видів макроструктури поверхні з контрольованими їх геометричними параметрами та наступному відтворенні їх на поверхні за допомогою механічної, лазерної або електроерозійної обробки з дискретністю, кратною класу необхідної шорсткості в поєднанні макро-, мікро-, нанорозмірності (рис. 2).

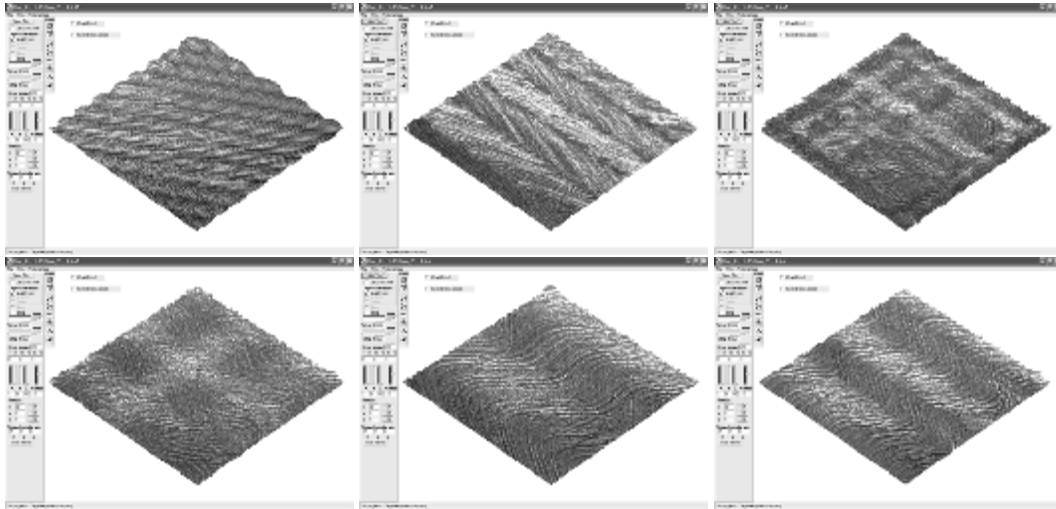


Рис. 2 – Поверхні, створені і відтворені методом узгодження попередньо розрахованої оптимальної нано-, мікро- і макроструктури шорсткості поверхні з контрольованими їх геометричними параметрами

При таких умовах структуризація настільки змінює рельєф поверхні, що первинні параметри шорсткості перестають негативно впливати на процеси енергообміну.

Для реалізації цього методу було створено прилад з трьома і опційно шістьма ступенями свободи з контрольованою середньою роздільною здатністю 0,001 мм з можливістю розміщення оброблюючого інструменту на супорті. Система в залежності від виду формування заданої структури поверхні може використовувати лазерну систему стабілізацій, що забезпечує максимальну відтворюваність і точність позиціонування.

Прилад має загальний вигляд (рис. 3).



Рис. 3 – Загальний вигляд приладу для моделювання поверхні

До складу приладу входить лазерна скануюча слідкуюча система оброблюваної поверхні. На приладі можна використовувати лазерну скануючу слідкувальну систему оброблюваної поверхні точечного, лінійного та матричного типу, в залежності від виду мікрогеометрії поверхні. За допомогою скануючої системи робиться математична модель поверхні, по якій і проводиться обробка з врахуванням мікро- і макрогеометрії деталі. До складу пристрою також входить розрахунковий модуль на базі ЕОМ. Скануюча система дозволяє будувати 3-х вимірну модель оброблюваної поверхні з заданою дискретністю. При заміні робочого оброблюючого інструменту силомоментною насадкою для вимірювання зносу і визначення сили тертя даний прилад функціонує як трибологічний вимірюючий стенд, знімаючи параметри поверхні (топографію) та сили, виникаючі при терті, причому вектор орієнтації взаємного перемі-

щення зразок – контрзразок можна задавати довільно в трьохкоординатному просторі (як по площині X, Y, так і в об'ємі X, Y, Z). Завдяки можливості роздільно керувати ступенями свободи даного приладу з'являється можливість моделювати різні режими роботи трибосистеми з врахуванням заданого напрямку (вектору) руху поверхонь тертя, а також моделювати складні коливальні процеси, задаючи траєкторію переміщення зони контакту кривими другого і вищих порядків, а також задавати вектор і величину сили тертя по поверхнях, що дозволяє отримувати дані, які характеризують трибосистему в різних умовах роботи, наближених до реальних.

Швидкість створення структурованої поверхні залежить від особливостей математичної моделі поверхні (роздільної здатності), типу обробки і варіюється на даній модифікації приладу в діапазоні $0,059 \text{ mm}^3/\text{с}$ - $0,17 \text{ mm}^3/\text{с}$ (швидкість відтворення можливо контролювати).

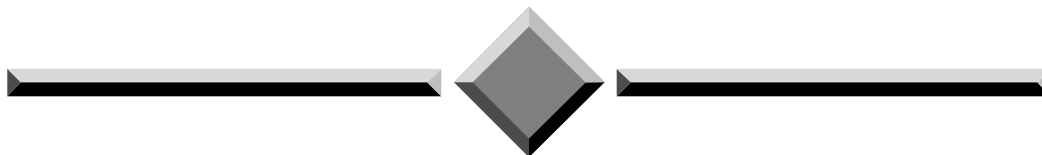
Висновки

1. Структуризація можлива на контактних поверхнях, що утворюють площинний, лінійний, точечний контакти.
2. Результати випробувань показали, що таким методом можливо зменшити тертя в 3 - 5 разів. За допомогою даного приладу створено поверхні, на яких на площинному контакті отримано меншу силу тертя в 1,5 - 2 рази, на лінійному – в 2 рази, на точечному - в 1,5 рази, але теоретично ці показники можливо підвищити.
3. Така обробка можлива і в промисловому масштабі за рахунок модернізації приладу для моделювання поверхні, збільшення зони обробки та потужності і оптимізації процесу структуризації.

Література

1. Гаркунов Д. Н. Триботехника. – М.: Машиностроение, 1989. – С. 21-24.
2. Дроздов Ю.Н., Павлов В.Г., Пучков В.Н. Трение и износ в экстремальных условиях. –М.: Машиностроение, 1986. – С. 40.
3. Зозуля В.Д., Шведков Е.А., Ровинский Д.Я., Браун Э.Д. под. ред. И.М.Федорченко Словарь-справочник по трению, износу и смазке деталей машин. – К.: Наукова думка, 1990. – 244 с.
4. Справочник по триботехнике. – М.: Машиностроение, 1989, под ред. М.Хебты и А.В.Чичинадзе.
5. ГОСТ 2789-73.

Надійшла 17.01.2011



ЧИТАЙТЕ
журнал

“Problems of Tribology”

во всемирной сети
INTERNET !

<http://www.tup.km.ua/science/journals/tribology/>