

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ МЕХАНІКИ ТА АВТОМАТИКИ АПВ НААН  
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**



***ЗБІРНИК  
ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ***

***X Міжнародної науково-технічної конференції з нагоди  
116-ї річниці від дня народження  
доктора технічних наук, професора,  
члена-кореспондента ВАСГНІЛ,  
віцепрезидента УАСГН  
КРАМАРОВА  
Володимира Савовича  
(1906-1987)***

**«КРАМАРОВСЬКІ ЧИТАННЯ»**

***23-24 лютого 2023 року  
м. Київ***

2. Волинець Л.М. Удосконалення логістичних процесів в аграрному секторі України. *Економіка транспортного комплексу*. 2020, №36. С. 113-128

3. Єгоращенко І.В. Сучасний стан та перспективи розвитку логістики на ринку зерна. *Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського. Серія: Економіка і управління*. 2019, Том 30 (69). №4. С. 62-68

4. Колодійчук В. А. Ефективність логістики зерна та продуктів його переробки : монографія. Львів : Український бестселер, 2015. 574 с.

5. Офіційний сайт Державної митної служби України. URL: <https://customs.gov.ua/>

6. Україна втратила близько 13 млн т елеваторних потужностей. *Elevatorist*. URL: <https://elevatorist.com/novosti/14740-ukrayina-vtratila-blizko-13-mln-t-elevatornih-potujnostey>

УДК 621.705

## КОНСТРУКЦІЙНІ СПОСОБИ ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

С. М. ГЕРУК, к.т.н., доц., с.н.с.

*Житомирський агротехнічний фаховий коледж, м.Житомир*

*E-mail: mega\_sgeruk@ukr.net*

Численні дослідження показують, що до 70-80% відмов машин відбувається через знос вузлів тертя. У нашій країні на ремонт машин та обладнання, щорічно витрачається багато коштів, випускається величезна кількість запасних частин, на ремонт працює великий парк верстатного обладнання, у сферу ремонту та обслуговування машин втягується все більше людей.

При визначенні основних вимог до зносостійкості матеріалів для більшості трибосполучень виходять з того, що при виготовленні та експлуатації вузлів тертя необхідно забезпечити:

- максимальні чи задані значення міцності, жорсткості, надійності та довговічності;
- мінімальну масу, рівень шуму та енергетичні втрати;
- низьку металоємність, високу технологічність та мінімальну вартість;
- Зручність монтажу та техобслуговування.

А тому основні способи підвищення довговічності (зносостійкості) машин можна умовно поділити на такі основні групи: конструкційні, технологічні, матеріалознавчі та експлуатаційні. Забезпечення зносостійкості деталей машин шляхом систематизації конструктивних рішень, становить великий інтерес для машинобудування, але є надзвичайно складним, тому що може налічувати десятки тисяч пропозицій та варіантів рішення.

**Вибір матеріалу.** Він повинен здійснюватися з урахуванням великої кількості факторів: рівень статичного та динамічного навантажень, швидкість відносного переміщення, температура експлуатації, властивості мастильного матеріалу та тіла, що сполучається, вид тертя, конструкція вузла та ін.

Найбільш важливою вимогою є раціональне поєднання або облік сумісності матеріалів тіл, що сполучаються, що запобігає захопленню поверхонь, утворення адгезійних зв'язків.

Не рекомендується поєднувати в трибосполученні м'який матеріал з м'яким та однойменні за природою матеріали.

Для забезпечення високої довговічності вузла тертя при низьких навантаженнях і температурі рекомендується поєднувати твердий матеріал з м'яким. Якщо реалізувати таку пару тертя неможливо, то необхідно віддавати перевагу поєднанню твердого матеріалу з твердим, але в цьому випадку обкатку вузла тертя необхідно проводити при полегшеному навантаженні на всіх режимах.

Доцільно застосовувати, де це можливо, полімери та металокераміку. Це знижуватиме витрату дефіцитних матеріалів, маси деталей і знижуватиме вібрацію та рівень шуму при роботі машини.

Вибір матеріалу необхідно проводити з урахуванням як твердості, а й площі поверхні тертя. Більш зносостійкою є пара тертя коли по поверхні з більшою площею ковзає м'якше тіло. При зворотньому розміщенні інтенсивність зношування вища.

**Оптимізація розподілу напруг у зоні контакту.** Цей метод спрямований на досягнення можливо більш рівномірного розподілу напруги в зоні контакту, зниження фрикційного нагріву і поділ поверхонь тертя шаром мастильного матеріалу.

Визначення оптимальної форми займає важливе місце при конструюванні деталей. Тому при виборі форми спряжених деталей, керуються наступними принципами:

- початкова форма поверхні тертя повинна задаватися такою, яку вона має в період тертя, що встановилося;
- спряжені деталі повинні мати форму, близьку до ідеальної;
- вибрати оптимальну хвилястість;
- надати деталі такої форми, при якій у міру зносу одних ділянок поверхні тертя в контакт вступають сусідні, менш зношені.

**Вибір оптимальної схеми машини.** До конструктивних методів належить і вибір найбільш раціональної принципової схеми машини (механізму) з урахуванням зростання зносостійкості деталей. Конструкторська практика показує, що, вибираючи принципову схему, необхідно:

- раціонально організувати змащування трибосполучень;
- забезпечувати можливість регулювання зазорів у трибосполученні;
- передбачати можливість оперативної заміни деталей, що швидко зношуються;
- по можливості збільшувати товщину деталей у запас на знос;

- враховувати можливі температурні деформації деталей вузлів тертя і цим виключати можливість схоплювання та заїдання деталей у трибосполученні.

**Заміна зовнішнього тертя на внутрішнє.** При малих лінійних або кутових переміщеннях тіл, що труться, застосуємо принцип заміни зовнішнього тертя внутрішнім. Для реалізації цього принципу між двома тілами, що рухаються один відносно одного, розміщують еластичний елемент, жорстко закріплений з їх поверхнями. Таке сполучення не потребує змащування і різко зменшує рівень шуму при роботі механізму.

**Раціональний вибір виду тертя.** Втрати енергії в умовах тертя ковзання значно вищі, ніж при реалізації тертя кочення. Тому необхідно там, де це можливо, використовувати у конструкції вузлів тертя опори кочення.

Застосування опор кочення найбільш виправдане у вузлах тертя, що експлуатуються при малих та середніх навантаженнях та швидкостях, відсутності хімічно активних речовин, вібрацій та ударних навантажень. Нераціонально їх застосовувати при реверсивному русі тіл із малими кутами повороту. Застосування опор кочення вимагає подачі мастильного матеріалу до зони тертя, високої точності виготовлення та монтажу деталей рухливих зчленувань. Істотним недоліком опор кочення є великі розміри.

Застосування опор ковзання можливе в широкому інтервалі навантажень і швидкостей, не вимагає високої точності виготовлення та не потребує змащування. Вони менш чутливі до вібрацій, ударних навантажень і впливу абразивовмісних хімічно активних середовищ. До основних недоліків опор ковзання відносяться високі коефіцієнти тертя і інтенсивність зношування, знос поверхні, що сполучається, залежність триботехнічних характеристик від температури.

**Зниження теплового навантаження контакту.** Наявність температурних градієнтів щодо дотичної та нормалі до поверхні тертя призводить до виникнення високих температурних напруг, зміни зазорів та рельєфу поверхні тертя. У результаті можливе схоплювання поверхонь, заїдання та заклинювання рухомого сполучення.

Заходи боротьби з цим явищем включають:

- розрахунок зазорів з урахуванням величини температурних деформацій елементів вузлів тертя;

– вибір матеріалів із близькими значеннями коефіцієнтів теплового розширення;

- застосування схем контактування з оптимальним коефіцієнтом тертя;

– реалізацію засобів теплозахисту та тепловідведення.

**Як економічний критерій** можуть бути продуктивність машини, затрати на випуск одиниці продукції.

Ремонт вузлів тертя здійснюється як після досягнення ними допустимого зносу, так і після перевищення ними граничного терміну служби, що визначається нормативними документами.