



УДК 621.7; 621.8; 539.4

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ЗНОШУВАННЯ КОНТАКТНИХ ПОВЕРХОНЬ ТЕРТЯ ПРИ КОЧЕННІ З ВРАХУВАННЯМ ПРОКОВЗУВАННЯ

Автори: Б. І. Бутаков, проф. д-р. техн. наук, Д. Д. Марченко, асистент
Миколаївський національний аграрний університет, м. Миколаїв

Встановлення закономірностей зношування в процесі кочення з врахуванням проковзування є актуальним завданням щодо підвищення довговічності триботехнічних характеристик контактуючих поверхонь, таких як пара тертя «канатний блок – канат», які використовуються на судоперевантажувачах.

Для проведення випробувань використовували трибометр TRB–S–DE, за допомогою якого вимірювали такі параметри, як коефіцієнт тертя з точністю (0,01), силу тертя, профілографу сліду тертя, а також проводили безперервне вимірювання глибини зношування (профілю сліду) в режимі сухого тертя і в присутності мастильних матеріалів з автоматичним розрахунком швидкості зношування робочого елемента трибометра і зразка трибоспряження «диск – сфера».

Ступінь зношування зразків розраховувався за допомогою програмного забезпечення трибометру, виходячи з об'єму матеріалу, загубленого під час проведення досліджень з графічним відображенням результатів. Випробування проводилися у відповідності до вимог DIN 50324, ASTM G99 «Standard Test Method for wear Testing with a Pin-on-Disk Apparatus», а також стандарти ASTM G 133, ASTM D 3702, ASTM D 5183, ASTM D 4172 і ASTM D 2266.

Випробування зразків при коченні з проковзуванням були проведені на машині зношування МИ, верхній вал якої мав можливість повертатися та був повернений навколо вертикальної осі на кут 5° , що забезпечило попереднє проковзування близько 10%, яке простежується у парі тертя «канатний блок – канат». Для вимірювання вагового зношування зразків використовувалися ваги ВЛР – 200.

Для цього було визначено залежність швидкості зношування від тиску в контакті при моделюванні проковзування до 10% за допомогою зразків зі сталі 35Л обкатаних роликком, поверхнева твердість $HV 10$ якого складала 232 (рис. 1).

При проковзуванні до 10% швидкість зношування практично не залежить від тиску або навіть знижується при його підвищенні [1–3].

Дослідження залежності коефіцієнта тертя від кількості обертів зразків зі сталі 34ХН1М проведено з моделюванням проковзування до 10%, при навантаженні 600 Н. При цьому піддавали випробуванню зразки до обкатування, поверхнева твердість $HV 10$ якого складала 366, та після обкатування роликком із зусиллям 12 кН, поверхнева твердість $HV 10$ – 405 (рис. 2). Машення зразків відбувалося за допомоги мастила БОЗ – 1

Проведені експерименти показали, що при кількості обертів до початку різкої зміни коефіцієнту тертя поверхнева плівка рівномірно розподілена,

цим пояснюється стійке значення коефіцієнту тертя, значення якого складає близько 0,1. При досягненні певної кількості обертів для двох зразків без мащення ($0,9 \cdot 10^1$ об. — для не обкатаного зразка і $50 \cdot 10^1$ об. — для зразку обкатаного за допомогою ролика) граничні шари тіл починають втрачати свої властивості, відбувається багаторазова зміна захисних властивостей поверхневого шару, через що відбувається різка зміна коефіцієнту тертя. Слід зазначити, що для зразку обкатаного за допомогою ролика ця зміна відбувається швидше, тобто швидко припрацьовуються, після чого встановлюється постійний коефіцієнт тертя, оскільки відбувається рівновага всіх процесів (термічних, фізико-механічних, хімічних), а на поверхні тертя утворюються змінені поверхневі шари, які в подальшому визначають механізм зношування. При цьому коефіцієнт тертя становить приблизно для двох зразків без мащення 0,45...0,48 і з мащенням 0,2...0,21 та відбувається вторинне утворення поверхневої плівки з інтенсивним відокремленням продуктів зношування.

Залежність коефіцієнта тертя від величини проковзування проводилося на зразках до обкатування і після обкатування роликами при мащенні поверхні тертя та без мащення (рис. 3). В якості мастила застосовували

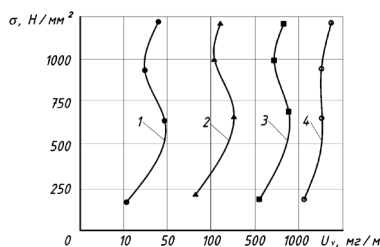


Рисунок 1. Залежність швидкості зношування від тиску в контактї при моделюванні проковзування до 10% за допомогою зразків зі сталі 35Л обкатаних роликом: 1 — 2,5%; 2 — 5%; 3 — 7,5%; 4 — 10%

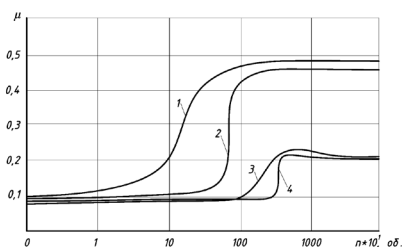


Рисунок 2. Залежність коефіцієнта тертя від кількості обертів зразків зі сталі 34ХН1М з проковзуванням до 10%: 1 — не обкатаний зразок без мащення; 2 — зразок обкатаний за допомогою ролика без мащення; 3 — не обкатаний зразок з мащенням; 4 — зразок обкатаний за допомогою ролика з мащенням

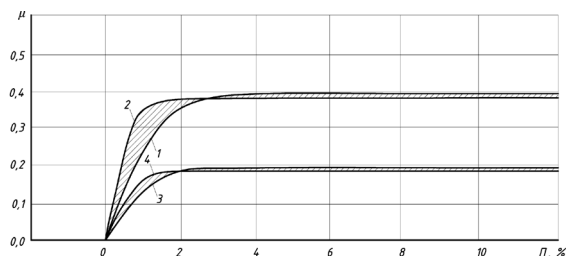


Рисунок 3. Залежність коефіцієнта тертя від величини проковзування: 1 — не обкатаний зразок без мащення; 2 — зразок обкатаний за допомогою ролика без мащення; 3 — не обкатаний зразок з мащенням; 4 — зразок обкатаний за допомогою ролика з мащенням



Торсиол – 55 (ГОСТ 20458 – 75), який застосовується для мащення канатів, при швидкості кочення зразків 31,4 м/хв., виконаних зі сталі 35 Л.

Як видно з графіку, що при проковзуванні до 2% простежується різка зміна коефіцієнту тертя, після чого він залишається практично не змінним через розповсюдження ковзання на всю площу контакту. Очевидний зв'язок величини максимального коефіцієнту тертя від стану поверхні тертя, оскільки в процесі різкої зміни коефіцієнту тертя для зміцнених і не зміцнених зразків з мащенням і без нього виявлена зона (штрихована лініями), коли припрацювання відбувається швидше для обкатаних зразків роликками (рис. 3), про що можна стверджувати, що шорсткість поверхні впливає тільки при малих проковзуваннях (до 3%). Якщо проковзування буде складати не більше 3%, як спостерігається при роботі пари тертя «канатний блок – канат» при поданні його обкатуванню роликком [4], не буде суттєвих пошкоджень поверхні їх контакту, так як коефіцієнт тертя буде менше, ніж без обкатування роликком.

Список використаної літератури

1. **Марков, Д.П.** Трибологические аспекты повышения износостойкости и контактно-усталостной выносливости колес подвижного состава: дис. ... доктора техн. наук : 05.02.04 / Марков Дмитрий Петрович. — М., 1996. — 386 с.
2. **Буше, Н.А.** Совместимость трущихся поверхностей / Н.А. Буше, В.В. Копытько. — М. : Наука, 1981. — 128 с.
3. **Кузьменко, А.Г.** Закономерности проскальзывания при внутреннем и наружном качении цилиндров. Эксперимент (Часть 1) / А.Г. Кузьменко // Проблеми трибології. — Хмельницький, 2012. — №2. — С. 121–126.
4. **Школьник, Л.М.** Технология и приспособления для упрочнения и отделки деталей накатыванием / Л.М. Школьник, В.И. Шахов. — М. : Машиностроение, 1964. — 184 с.