

Аналіз факторів, що впливають на зношування вузлів авіаційної техніки

Запропоновано класифікацію факторів, що впливають на рівень зношування вузлів авіаційної техніки внаслідок тертя. Розглянута класифікація надає можливість побудувати математичну модель процесу зношування вузлів авіаційної техніки внаслідок тертя.

Аналіз сучасних публікацій присвячених задачам організації та оптимізації складових авіаційної техніки вказує на високу актуальність проблеми зношування вузлів відповідних систем внаслідок тертя [1-3]. Характерно, що незалежно від сфери експлуатації основна частина відмов механізмів з рухомими елементами пов'язана саме з проблемою тертя. При цьому можна зазначити що як у розвинених так і у розвиваючих країнах кратно більша частина виробничих потужностей спрямована на ремонт деталей зношених внаслідок тертя, ніж на виготовлення нових [4, 5], а отже вказана проблема часто призводить до економічних та репутаційних збитків, значно збільшує вірогідність виникнення катастрофи техногенного характеру, тощо. Очевидно, що саме для авіаційної техніки, неналежна експлуатація якої може бути пов'язана з прямим ризиком для життя, побудова цілісної методології математичного моделювання вузлів тертя авіаційної техніки, що працюють в умовах абразивного зношування [2, 3, 6, 7], на основі якої може бути проведена оцінка факторів, які впливають на потенційну загрозу виходу окремих компонент з ладу, а також запропоновані підходу по оптимізації схеми, є найбільш значимою.

Складність проведення аналізу у рамках зазначеної проблематики пов'язана зі значним набором факторів, що впливають на зношування вузлів авіаційної техніки внаслідок тертя. У рамках даного дослідження пропонується використовувати наступну класифікацію факторів, що впливають на рівень зношування (рис. 1):

1. Фактори, що визначають параметри процесу тертя. Зазначений набір включає характеристики поверхонь вузлів між якими відбувається тертя і середовища, що знаходиться у проміжку між ними, а також такі фізичні параметри як температурний режим, навантаження на вузли і швидкість взаємного руху між вузлами.

2. Фактори, що визначають вплив процесу тертя на відповідні вузли. Зазначений набір включає визначення змін у шорсткості поверхонь, структурі і механічних властивостях поверхневих шарів та поверхневих плівок, тепловиділення під час тертя, а також наявність дефектів внаслідок тертя.

3. Цільові показники зношування вузлів, як то інтенсивність зношування та результуюча температура поверхонь вузлів.

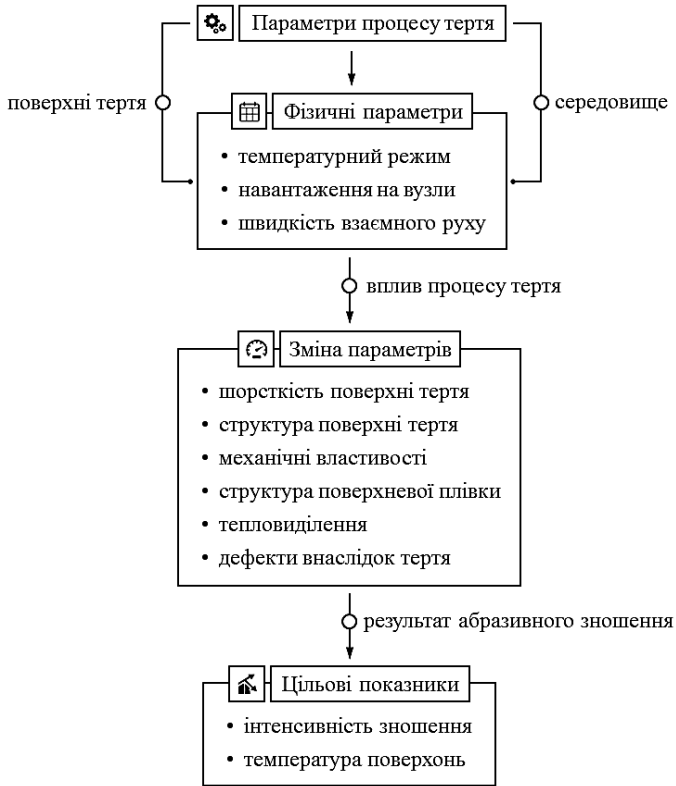


Рис. 1. Класифікація факторів, що впливають на зношування вузлів авіаційної техніки внаслідок тертя

Відповідно наведеної схеми для математичного моделювання процесу зношування вузлів авіаційної техніки внаслідок тертя необхідний системний підхід, що включає у себе побудову адекватного математичного апарату для визначення:

- фізичних аспектів взаємодії поверхонь вузлів при їх взаємному русі;
- особливості взаємодії поверхонь з хімічно активним середовищем, що збільшує інтенсивність корозії під час тертя;
- механічні особливості взаємодії, зокрема, гідродинамічні явища та передачу енергію між поверхнями тертя та проміжним середовищем;
- технологічні стандарти, що сприяють зменшенню зношенню вузлів внаслідок тертя.

Знос сполучених деталей конструкцій повітряних суден (ПС) і авіадвигунів при сучасному стані якості поверхонь тертя і мастильних

матеріалів поки є неминучим. Процеси зношування розвиваються не тільки на поверхнях поршнів, пальців, гільз, шарикопідшипників і інших деталей, що рухаються зі швидкістю 0,1 м/с і більше, але і на поверхнях пресованих, болтових, клепаних і інших з'єднань, відносно переміщення деталей яких складає десятки і сотні мікрометрів (рис. 2).



Рис. 2. Утворення пітингу на зуб'ях шестерні приводу коробки агрегатів двигуна Д-36.

Розглядаючи види та закономірності зношування деталей ПС, слід враховувати особливості їх роботи в широкому діапазоні умов, до яких можна віднести високі питомі навантаження; швидкості ковзання; низькі або високі температури поверхонь тертя; домінування граничного режиму змащення.

Змащувальним середовищем для різних пар тертя авіаційної техніки є різноманітні мастильні матеріали або спеціальні робочі рідини з різними змащувальними і антикорозійними властивостями.

Більшість деталей ПС працює в умовах потрапляння абразивних речовини (піску) і вологи в зону фрикційного контакту. Під впливом твердих частинок пилу, що проникають у рухомі контакти, і продуктів зносу, що частково залишаються в зонах контакту, на робочих поверхнях може розвиватися абразивне зношування. Цей знос виражається в утворенні рисок і задрів на робочих поверхнях деталей тертя, що сприяє затриманню додаткових абразивних твердих частинок і таким чином абразивне зношування інтенсифікується. Цей вид зносу проявляється на шийках валів, осей та поршнів, на втулках, підшипниках, циліндрах тощо. Слід зазначити, що особливе місце займає абразивне зношування зовнішніх поверхонь обшивки ПС, на яких утворюються подряпини і вибоїни внаслідок ударів твердих частинок, що захоплюються повітряним потоком.

Можливість оцінити якість контактних поверхонь в процесі експлуатації ПС є важливою умовою для прийняття рішення щодо подальшої експлуатації деталей авіаційної техніки та наявності ступеня несправностей.

Наприклад, небажане пошкодження та знос шарнірів, підшипників і коробок передач спричинює збої та заклинювання деталей. Експерти з авіаційної трибології надають рекомендації як оцінити несправності, спричинені різними типами зносу та тертя. Зокрема, використання твердих матеріалів триботехнічного призначення, зокрема, карбіду вольфраму, карбіду хрому, оксиду хрому, оксиду алюмінію, забезпечує підвищення зносостійкості зазначених матеріалів у більшості абразивних середовищ.

Таким чином, на основі аналізу експлуатаційних чинників та визначення механізму домінуючого зношування деталей авіаційної техніки, можливо розробляти заходи для підвищення зносостійкості елементів трибоспрязень з урахуванням вибору матеріалів, які забезпечують отримання заданого комплексу характеристик поверхневої міцності.

Список літератури

1. Hutchings, I. M., & Shipway, P. Tribology: Friction and wear of Engineering Materials. Elsevier. – 2017. – P. 412.
2. Wanhill, R. J. H., & Windisch, M. Corrosion and stress corrosion testing of aerospace vehicle structural alloys. Springer. – 2018. – P. 121.
3. Kinnison, H. A. Aviation Maintenance Management. McGraw-Hill. – 2013. - P. 352.
4. Corporation, N. A. T. I. O. N. A. L. L. E. A. R. N. I. N. G. heavy equipment repair supervisor. Passbooks. – 2009. - P. 160.
5. Geitner, F. K., & Bloch, H. P. Machinery Component Maintenance and Repair. Gulf Professional Publishing. – 2019. – P. 867.
6. Zhang, B., Liu, H., Zhu, C., & Ge, Y. Simulation of the fatigue-wear coupling mechanism of an aviation gear. Friction, - 2020. - 9(6), P. 1616–1634.
7. Bao, H., Kong, W., Hou, X., Zhu, R. Analysis on temperature field of friction pair of aviation friction clutch based on different groove shapes of friction disk / Journal of Mechanical Science and Technology. - 2021. - 35(8). – P. 3735–3742.