



УДК 621.833

## ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ ЗАЧЕПЛЕННЯ І ФОРМИ ПРОФІЛІВ ЗУБЦІВ ПРИ ПРОГНОЗУВАННІ ДОВГОВІЧНОСТІ КОНІЧНИХ ПЕРЕДАЧ З ДВООПУКЛО-ВВІГНУТИМИ ЗУБЦЯМИ

*О. А. Папаїка, А. В. Кузнецова*

*Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського  
"Харківський авіаційний інститут"*

Конічні зубчасті передачі із двоопукло-ввігнутими зубцями (ДОВ зубцями) останнім часом стали все частіше застосовувати в редукторах приводів важконавантажених машин.

Аналіз літературних даних показав, що оцінка працездатності зубчастих передач по вихідних параметрах зачеплення евольвентних профілів зубців є ненадійною, тому що не враховує той факт, що через нерівномірне зношування, форма профілю зубця стає відмінною від вихідної, у результаті чого, змінюються навантажувально-кінематичні параметри зачеплення, що, у свою чергу, впливає на інтенсивність зношування, а, отже, і на форму профілів зубців. Відповідно, результати дослідження зносостійкості зубчастих передач із ДОВ зубцями з урахуванням безперервного взаємовпливу навантажувально-кінематичних параметрів зачеплення і форми профілів зубців дозволяють розробити більш надійні методики розрахунку їх довговічності, що є актуальним завданням. Однак, якщо розрахунку зубців циліндричних евольвентних передач на зношування приділяється велика увага, то оцінка зношування конічних передач із ДОВ зубцями в цей час не проводиться.

Для вивчення взаємовпливу навантажувально-кінематичних параметрів контакту і дійсної форми профілів зубців конічних передач розроблений взаємозв'язаний комплекс моделей.

На підставі виконаних теоретичних досліджень розроблена методика прогнозування довговічності конічних передач із ДОВ зубцями, що полягає з наступних блоків.

Блок введення вхідних даних. У якості вхідних даних для реалізації зазначеної методики ухвалюються наступні параметри:

- геометричні параметри зубчастого зачеплення;
- технологічний параметр поверхні зубців – шорсткість бічної поверхні зубців;
- фізико-механічні параметри матеріалу зубців: твердість поверхні зубців; модуль пружності та ін.;
- параметр мастильного матеріалу – в'язкість масла;
- силові і кінематичні параметри зачеплення.

У якості параметрів, що впливають на вибір оптимальних характеристик передачі прийняті коефіцієнти зсуву вихідного контуру  $x_1$ ,  $x_2$  для шестірні і колеса;  $m_{nm}$  – нормальний модуль у середньому перетині зуба;  $z_{ш}$ ,  $z_к$  – кількість



зубців, шестерні і колеса відповідно.

Блок підготовки вхідних даних перетворює вхідні дані у формат, відповідний до вхідних параметрів усіх інших блоків.

У блоці моделі зачеплення зубців виконується математичний опис профілю бічних поверхонь ДОВ зубців шестерні і колеса, формується матриця координат точок профілю бічної поверхні зубців шестерні і колеса, виконується побудова апроксимуючої кривої робочої поверхні зубців. Визначається положення контактної точки в нерухливій і рухливій (пов'язаних з віссю симетрії зубця) системах координат, миттєве передаточне число, швидкості переміщення контактної точки по профілях зубців, а також швидкість ковзання, нормальна сила і контактні напруги з урахуванням фактичної кривизни профілів, згінної і контактної піддатливості зубців і розподілу навантаження між парами зубців.

Блок зношування зубця в контактній точці визначає значення зношування контактуючих поверхонь із обліком максимально можливого числа факторів. Проводиться розподіл зношування між зубцями шестерні і колеса.

Далі виконується порівняння отриманих значень зношування в контактних точках профілю і критичного значення зношування, яке ухвалюється рівним 80% товщини цементацийного шару зубців шестерні і колеса. У випадку меншого значення зношування в контактних точках профілю в порівнянні зі значенням критичного зношування виконується коректування і синтез (створення) нового профілю методом шматкової апроксимації.

Блок синтезу зношеного профілю по величині зношування в окремих точках профілю формує новий профіль, згладжуючи профільні криві тільки в зонах зношування і зберігаючи в зонах відсутності контакту колишні координати не порушеної зношуванням частини профілю.

Далі повторно (у циклі) використовуються блок моделі зачеплення зубців і блок зношування зубців.

Якщо зношування зубців після  $n$ -го циклу стає більшим, або рівним значенню критичного зношування, то зубці коліс вважаються зношеними і робота програми припиняється.

Блок розрахунку довговічності переводить умовні цикли зношування в довговічність передачі.