

ВПЛИВ ВИДУ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ І ТИПУ ЗАЧЕПЛЕННЯ НА ДІАМЕТРАЛЬНІ РОЗМІРИ ЗУБЧАСТОГО КОЛЕСА

Національний аерокосмічний університет ім. М.Є.Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

В силових установках літальних апаратів особливе місце мають авіаційні зубчасті передачі, які суттєво відрізняються від загальномашинобудівних. При високому рівні надійності, який забезпечує небезпечність польоту, в авіаційних виробках значення питомої маси виробу на один два порядку менше, ніж в загальному машинобудуванні. Авіаційні зубчасті передачі забезпечують передачу крутного моменту від двигуна до валу несучого гвинта і кермового гвинта вертольота, здійснюють зміну стрілоподібних крил у літаку і так далі. Вони збільшують крутний момент двигуна у десятки разів при високій надійності роботи, малої маси і габаритних розмірів, незначних втратах на тертя.

При виборі матеріалів для зубчастих коліс необхідно забезпечити міцність зубів на згин, стійкість поверхневих шарів зубів викришуванню, опір заїданню. Допустимі контактні напруження у зубцях пропорційні твердості матеріалів, а несуча здатність передач по контактній міцності пропорційна квадрату твердості. Це вказує на доцільність широкого використання для зубчастих коліс сталей, загартованих до значної твердості.

Для зубчастих коліс використовують такі основні види поверхневого зміцнення: загартування, цементацію та нітроцементацію з загартуванням, азотування.

Для важконавантажених зубчастих передач використовують цементацію з наступним загартуванням. Вона забезпечує високу твердість і несучу здатність поверхневих шарів зубів і високу міцність зубів на згинання. Цементацію використовують для хромистих сталей, а для дуже важливих зубчастих коліс, які працюють з перевантаженнями та ударними навантаженнями використовують нітроцементацію.

Для середньо навантажених зубчастих передач використовують сталі з поверхневим загартуванням. Поліпшені сталі використовують для зубчастих коліс при відсутності жорстких вимог до габаритів. В мало навантажених передачах для забезпечення безшумності, самозмащування і хімічної стійкості використовують пластмасові зубчасті колеса у парі з металевими.

Для авіаційних зубчастих передач використовують леговані хромонікелеві марки сталей. У зарубіжній практиці набули поширення сталі 3310, 3310Н, E9310 та інші. В США для зубчастих коліс використовують сталь E9310 (типу сталі 12X2H4A), додатково легована молібденом 0,08...0,3% для підвищення прожарювання та зменшення величини зерна. В нашій країні для авіаційних зубчастих передач використовують хромонікелеві сталі 12X2H4A, 14XГСН2МА, які характеризуються великим змістом нікелю 1,8...2,0%.

Основною метою цієї роботи була кількісна оцінка впливу виду термічної обробки матеріалу зубчастого колеса на його діаметральні розміри. Також розглядалось питання впливу типу зачеплення зубчастих коліс на їх габаритні розміри.

Круговий профіль зуба запропоновано М.Л.Новіковим у 1954 р.

Евольвентне зачеплення, що отримало в техніці, через свої безперечні переваги, найбільшого поширення має деякі недоліки:

- 1) малі зведені радіуси кривизни робочих поверхонь;
- 2) підвищену у зв'язку з лінійним контактом зубів чутливість до перекосів;
- 3) підвищені втрати на тертя в зачепленні в зв'язку з істотним ковзанням

Ці недоліки частково усунені в зачепленні Новікова. У цьому зачепленні точка контакту зубів переміщується не за профілем, як у прямозубому евольвентному зачепленні, а уздовж зуба, причому швидкість переміщення і кут тиску залишаються постійними. У

передачах Новікова коефіцієнт торцевого перекриття дорівнює нулю.

Профілі зубів у зачепленні Новікова окреслені дугами кіл з близькими радіусами кривизни при внутрішньому дотику. Лінія зачеплення розташована паралельно осям коліс, а не в площині їх обертання. Необхідною умовою безперервності зачеплення зубів і сталості передаточного відношення є умова, щоб коефіцієнт перекриття був більше одиниці.

У передачах Новікова торцевий коефіцієнт перекриття дорівнює нулю. Тому осьовий коефіцієнт перекриття має бути більше одиниці, а колеса обов'язково мати непрямі зуби.

У поздовжній площині у зв'язку з великими радіусами кривизни активних поверхонь дотик відбувається також з великим зведеним радіусом кривизни. Таким чином, тиск поширюється на значну площу контакту.

Передачі Новікова мають підвищену контактну несучу здатність порівняно з евольвентними в 1,5-2 рази. Це пов'язано, по-перше, дотиком опуклої поверхні по увігнутій і відповідно більший площині контакту, по-друге, підвищеною питомою несучою здатністю масляного клина між зубами. Передачі Новікова набули поширення у нас в країні і за рубежом у редукторах загального призначення, у суднобудуванні, авіабудуванні та інших галузях машинобудування. Застосування передач Новікова почалося з передач з однією лінією зачеплення (ОЛЗ), а нині в основному застосовують передачі з двома лініями зачеплення (ДЛЗ).

У передачах з однією лінією зачеплення профіль зуба одного колеса (зазвичай шестерні) роблять опуклим, а іншого- увігнутим. Якщо ведучим є зубчасте колесо з опуклим профілем зубів, то точка контакту розташована за полюсом і передачу називають заплісною. Якщо ведено колесо є увігнутим профілем, то передача стає доплісною.

Опуклий профіль розташовується поза початковим колом. У результаті припрацювання забезпечується дотик по висоті зубів, близький до лінійчастого.

Передачі з двома лініями зачеплення можливо подати як поєднання доплісної і заплісної передач. Головки зубів шестерні і колеса мають опуклий профіль, а ніжки увігнуті. Несуча здатність ДЛЗ вище ніж ОЛЗ і виготовлення простіше - один інструмент. Ці передачі мають велику контактну і згинальну міцність. Зачеплення Новікова стандартизовано. Кількість зубів шестерні зазвичай вибирають 10...25. Модуль зачеплення Новікова також стандартизований.

Вибір допустимих напружень, урахування змінності режиму роботи для передач Новікова проводять так, як для евольвентних. З зачепленням Новікова виготовляють передачі не тільки циліндричні, але й конічні. Для передач Новікова застосовують тіж матеріали, що й для евольвентних.

Для порівняння розмірів зубчастого колеса, в залежності від виду термічної обробки матеріалу і типу зачеплення, у розрахунках були прийняті дві леговані сталі 40ХН і 12Х2Н4А та два типу зачеплення: евольвентне і зачеплення Новікова. Розрахунки виконувались для трьох видів термообробки: поліпшення, загартування і цементация з наступним загартуванням. Розрахунки виконувались у діапазоні крутних моментів від 250 до 1000 н.м.

Виконані розрахунки для евольвентного зачеплення при різних видах термічної обробки показали, що найменші розміри діаметр шестерні буде мати при використанні для його виготовлення матеріалу 12Х2Н4А. В порівнянні з матеріалом із загартованої сталі 40ХН розмір зубчастого колеса із сталі 12Х2Н4А мав розміри діаметра шестерні менше в 1,36 рази, а в порівнянні з поліпшеною сталлю 40ХН менше в 1,7 рази. Якщо зубчасті колеса виконати з використанням зачеплення Новікова, то їх діаметральні розміри в порівнянні з евольвентним зачепленням, при всіх розглянутих матеріалах (40ХН і 12Х2Н4А) і видах термообробки, будуть менше у даному випадку в 1,736 рази.

Отримані результати розрахунків показують, що вибір матеріалу для виготовлення зубчастого колеса, його вид термообробки і типу зачеплення суттєво впливають на діаметральні розміри зубчастого колеса, а отже впливають на габарити і вагу виробу в цілому.