

ТЕХНОЛОГІЯ ЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ СКЛАДАННЯ МІЖ ОПОРНИХ РОТОРІВ БАРАБАННО-ДИСКОВОГО ТИПУ МЕТОДОМ ДВОХ ПРОБНИХ СКЛАДАНЬ

На сьогоднішній день в машинобудуванні широко використовуються ротори барабанно-дискового типу (БДТ). Такі ротори поєднують в собі жорсткість роторів барабанного типу, та швидкісні характеристики роторів дискового типу. Проте в таких роторах відсутня жорстка вісь, як вал у ротора дискового типу, чи барабан – у барабанного. Головна центральна вісь формуються лише після повного складання ротора.

Кінцеве складання роторів БДТ у вигляді з'єднання між собою окремих частин ротора – робочих коліс, нероз'ємних секцій із декількох робочих коліс, дисків, проставок, валів тощо (що умовно об'єднуються в ланки) – найбільш відповідальний етап складання, бо саме на ньому формується геометрична вісь і вісь обертання ротора. Але це – багатоваріантний процес, бо окремі деталі ротора осесиметричні і можуть з'єднуватися між собою із різними кутами взаємного повороту. Розробці технологій кінцевого, оптимального складання роторів БДТ присвячені роботи Без'язичного В.Ф., Єрошкова Ю.В., Ільїної М.Е., Качана О.Я., Кондратюка Е.В., Кравченка І.Ф., Непомилуєва В.В., Пейчева Г.І., Тітова В.А., Філімоніхіна Г.Б. тощо.

Найбільш перспективна технологія оптимального складання роторів БДТ заснована на методі двох пробних складань, що розроблена в роботах Кондратюка Е.В., Тітова В.А., Філімоніхіна Г.Б. Вона, зокрема, містить типові техпроцеси, їх математичні моделі, алгоритми розрахунків, комп'ютерну програму для розрахунків. За цією технологією ротор БДТ розбивається на ланки, двічі пробно складається з певним взаємним розворотом ланок, після кожного пробного складання на поворотному складальному стапелі (ПСС) заміряються биття контрольних поверхонь (КП) ланок, потім ротор складається третій раз – остаточно, з оптимальними взаємними розворотами ланок, розрахованими за певним алгоритмом. Така технологія не потребує додаткових пристосувань (центрувальних, притискних, перехідних контрольних тощо) для деталей ротора і найбільш ефективна, бо характеристики пар визначаються безпосередньо, а не розраховуються за величинами биття посадочних поверхонь ланок (як у інших технологіях, у яких створюються інформаційні моделі деталей). Проте вона більш ефективна при складанні консольних, ніж міжопорних роторів, оскільки биття КП заміряються на ПСС. Така технологія висуває дуже жорсткі вимоги до точності виготовлення центрувального пристосування для першої ланки ротора, бо воно повинно: закріплювати на ПСС

першу ланку без ексцентриситету і перекосу; биття контрольних поверхонь ротора не повинні змінюватися після перестановки ротора з іншим розворотом першої ланки щодо пристосування. Також таке пристосування якісно фіксує першу ланку тільки при однаковій з нею температурі та в певному температурному діапазоні у приміщенні.

З іншого боку для заміру биття КП міжопорного ротора широко використовуються призми. Одне таке пристосування придатне для роторів будь-якого розміру, дає однакові биття КП ротора незалежно від кількості його перестановок на призми, не вимогливе до температури ротора чи оточуючого середовища.

Зв'язку з цим розроблено технологію оптимального складання міжопорних роторів БДТ, заснованої на методі двох пробних складань з заміром биття на призмах. Для цього спочатку був розроблений типовий техпроцес складання міжопорних роторів БДТ методом двох пробних складань з заміром биття на призмах, що містить дві операції: з визначення характеристик пар ротора; з оптимального складання ротора. Перша операція направлена на отримання додаткових даних про ланки ротора що стикаються. Під час другої операції відбувається оптимальне складання ротора.

Для забезпечення необхідних розрахунків описаних вище операцій розроблені математичні моделі: визначення характеристик пар при замірі биття ротора на призмах; разового віртуального складання ротора; прогнозу биття КП ланок ротора. Та математичні алгоритми розрахунків, зокрема – оптимізації функціонала якості.

Для можливості подальшої автоматизації розрахунків розроблені укрупнені та розгорнуті блок-схеми та алгоритми розрахунків, призначені для програмування. В середовищі швидкої розробки програм Borland Delphi створені підпрограми і програма, що забезпечують розрахунками техпроцес складання роторів БДТ методами двох пробних складань із заміром биття на ПСС та на призмах.

За допомогою САПР SolidWorks створена комп'ютерна 3D модель ротора БДТ. Для цього обрано типові деталі ротору: вал передній, вал задній та робоче колесо. Врахувавши контрольні та посадочні поверхні, геометричні розміри деталей необхідні для визначення характеристик пар, побудовано 3D модель. Також змодельована розмітка ланок, отвори під призонні болти та неточність виготовлення посадочних поверхонь. При створенні деталей використані параметричні таблиці SolidWork – це дозволили автоматично змінювати розміри деталей, кількість отворів, та неточність виготовлення посадочних поверхонь. Створені 3D моделі ПСС та призм. Змодельовані процеси заміру биття КП ланок ротора на ПСС та на призмах.

За допомогою 3D моделювання в "ідеальних" умовах апробовані типові процеси (операції та переходи) цих методів складання роторів. Перевірені алгоритми розрахунків, та відлагоджена комп'ютерна програма для числових розрахунків.

Для апробації методу в реальних умовах створено натурний стенд, що складається з ротора, призм (ГОСТ 12195-66), та індикаторної стійки з індикаторами биття годинникового типу (0,01мм. ГОСТ 577-68).

Експериментально з використання натурної моделі типового ротора БДТ встановлено, що:

- значення функціоналу якості, ротора складеного за методами двох пробних складань з заміром биття на ПСС та на призмах в 15 разів менше для консольного та в 8 разів менше – для міжопорного ротора, ніж при його складанні за методом довільного встановлення дисків;
- із збільшенням кількості ланок ротора (з 3-х до 5-и) зростає ефективність метода двох пробних складань у порівнянні із методом довільного встановлення дисків;
- при складанні одного ротора як консольного і як двоопорного у 100% випадків оптимального складання різні набори оптимальних кутів і різні значення функціоналу якості;
- у консольного ротора значення функціоналу якості до 5-і разів менше при його складанні методом двох пробних складань з заміром биття на ПСС, ніж при складанні з заміром биття на призмах;
- у міжопорного ротора значення функціоналу якості до 2-х разів менше при складанні ротора методом двох пробних складань з заміром биття на призмах, ніж при складанні з заміром биття на ПСС;
- доцільно складати методом двох пробних складань консольні ротори з заміром биття на ПСС, а міжопорні – на призмах.

Технологія складання роторів БДТ методом двох пробних складань з заміром биття на призмах не потребує центрального пристосування для першої ланки. Вона дозволяє більш оптимально складати міжопорні ротори БДТ, ніж метод двох пробних складань із заміром биття на ПСС.