**Брешев Володимир Євгенович. Параметричний синтез кільцевих робочих органів без механічних опор для підвищення технічного рівня машин з прямим приводом : Дис... канд. наук: 05.02.02 - 2007.**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | Брешев В.Є. Параметричний синтез кільцевих робочих органів без механічних опор для підвищення технічного рівня машин з прямим приводом. – Рукопис.  Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.02.02 – Машинознавство. – Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, Луганськ, 2006.  Дисертаційна робота присвячена параметричному синтезу кільцевих робочих органів без механічних опор за критерієм їх асимптотичної стійкості руху для підвищення технічного рівня машин з прямим приводом. Стійке обертання КРО без механічних опор дозволяє їм виконувати корисну роботу в машинах з прямим приводом різного призначення. Такі машини мають найменше число рухомих деталей та поліпшені технічні характеристики. На прикладах верстата різання монокристалів, у якому відрізне коло не має механічних опор, та динамічного насоса з робочим колесом, яке не закріплене на валу з підшипниками та не має ущільнень, показана ефективність машин з прямим приводом КРО без механічних опор. При суттєвому спрощенні конструкції вони мають підвищену надійність, менші масу, габарити тощо.  Головною науково-технічною задачею, яка вирішувалася в роботі, є забезпечення при параметричному синтезі стійкого обертального руху КРО без механічних опор під дією зовнішніх сил різної природи. Для вирішення цього завдання досліджені зовнішні сили, розроблено математичну модель стійкого обертання КРО та знайдено критерій асимптотичної стійкості руху, який пов'язує потенційні сили, масу та сили зовнішнього опору. Розроблено способи підвищення стійкості руху завдяки синтезу геометричних параметрів та параметрів розподілу зовнішніх сил, визначено способи навантаження КРО без механічних опор. За допомогою діючих макетів верстата різання та динамічного насоса показано, що застосування КРО без механічних опор у машинах з прямим приводом різного призначення є технічно доцільнім та економічно ефективним.  **Ключеві слова:**кільцевіробочі органи без механічних опор, машини з прямим приводом, стійке обертання, критерій асимптотичної стійкості обертання, система зовнішніх сил, діючий макет. | |
| |  | | --- | | У дисертаційній роботі вирішено актуальну науково-технічну задачу параметричного синтезу кільцевих робочих органів без механічних опор за критерієм асимптотичної стійкості їх обертання. Використання таких КРО підвищує технічний рівень машин з прямим приводом. Теоретично обґрунтовано й експериментально підтверджено ефективність застосування робочих органів без механічних опор у верстатах різання напівпровідникових монокристалів та динамічних насосах.  Виконані дослідження дозволяють зробити наступні висновки:  1. У цей час розширюються межі застосування безконтактних підшипників та безконтактних опор, за рахунок чого підвищується довговічність і гранична швидкість обертання, а також знижується рівень вібрацій та підвищується їх ККД. Однак при цьому не зменшується число обертових деталей та їх маса, приблизно на одному рівні залишаються енергоспоживання, вагові й габаритні параметри машин, їхня надійність. Дані проблеми можуть бути вирішені шляхом безконтактної передачі крутного моменту та стабілізуючих сил безпосередньо на робочий орган. У цьому випадку виключаються механічні опори, конструкція робочої машини стає простішою. Основним завданням на шляху створення таких машин є забезпечення при параметричному синтезі КРО стійкості їх обертального руху під дією зовнішніх сил.  2. Аналіз зовнішніх сил і моментів, які спричиняють рух КРО без механічних опор, дозволив визначити параметри для синтезу, від яких залежить розподіл зовнішніх сил. Встановлено, що при незбуреному русі діє тільки момент сил***Mot***, а при збурюванні й головний вектор***F***, який, у загальному випадку, має радіальну ***Fr*** та тангенціальну ***Ft***складові. Перша, в певних умовах, може мати негативний зворотний зв'язок зі зміщенням ***ех*** і надавати стабілізуючу дію, а друга складова завжди є дестабілізуючою**,**тому при параметричному синтезі має бути зменшеною до нуля.  3. На підставі теоретичних досліджень зовнішніх сил, аналізу рівнянь руху з використанням теорії стійкості руху Ляпунова О.М. розроблено математичну модель та знайдено критерій асимптотичної стійкості обертання КРО. Він зв’язує жорсткість безконтактної опори КРО у різних напрямках, масу та сили зовнішнього опору, визначає співвідношення між ними, за яких асимптотична стійкість обертання гарантована. За даним критерієм виконано параметричний синтез КРО без механічних опор.  4. Установлено, що рух стає більш стійким при збільшенні жорсткості безконтактної опори КРО в радіальному напрямку й сил зовнішнього опору ***V***. З ростом маси ***m*** і жорсткості опори в тангенціальному напрямку стійкість руху КРО знижується. Відповідно до критерію асимптотичної стійкості обертання розроблені способи її підвищення завдяки приведенню до нуля тангенціальної складової ***Ft***головного вектора, що досягається синтезом геометричних параметрів КРО без механічних опор, а також параметрів розподілу зовнішніх сил.  5. Теоретичні положення та технічні рішення, які були розроблені, узагальнені в концепції стійкого руху КРО. Виходячи з того, що характер руху визначається зовнішніми силами, основу концепції становлять вимоги до їх розподілу, які й були реалізовані в ході параметричного синтезу КРО без механічних опор для верстата різання та динамічного насоса.  6. Розроблено рекомендації з розрахунку та проектування механізмів з КРО без механічних опор – порядок розрахунку геометрії, визначення стабілізуючої радіальної сили***Fr*** і крутного моменту ***Mot***на КРО, запропоновано й обґрунтовано режими функціонування та способи прикладання зовнішнього навантаження.  7. Для перевірки основних висновків теоретичних досліджень були розроблені й виготовлені експериментальна установка та вимірювальний комплекс, який складається з двокомпонентного динамометра, оптичного вимірника частоти обертання та вимірювально-обчислювальної системи на базі ПК. Експерименти підтвердили адекватність математичної моделі та критерію асимптотичної стійкості обертання, ефективність проведеного параметричного синтезу КРО. Розбіжність даних теоретичних розрахунків та експерименту не перевищила 10...12% з імовірністю потрапляння у довірчий інтервал 0,95.  8. Теоретично обґрунтовано й експериментально підтверджено, що КРО без механічних опор можуть стійко обертатися як на холостому ходу, так і під навантаженням без обмеження частоти обертання. В експерименті досягнуті частоти обертання понад 5000 об/хв. Корисне навантаження може бути як зосередженим, так і розподіленим, симетричним або несиметричним відносно центра обертання. Це значно розширює сферу можливого використання КРО без механічних опор.  9. При дії навантажень різного характеру КРО виходять на стаціонарний режим обертання. Вони не втрачають стійкості руху на перехідних режимах – розгоні або гальмуванні (до 20 с-2), при входженні у взаємодію з робочим тілом та виході з нього, що принципово важливо для функціонування машин. В експериментах КРО без механічних опор під навантаженням досягали частоти обертання 4,5...5 тис. об/хв, що підтверджує ефективність запропонованого критерію асимптотичної стійкості обертального руху та технічних рішень для його забезпечення.  10. На діючому макеті безшпиндельного верстата різання проведена різка злитка кремнію новим способом – на прохід, чим доведено розширення функціональних можливостей верстатів з КРО без механічних опор. При цьому знімаються обмеження на діаметр злитків, які обробляються, зменшуються розміри різального інструменту приблизно у 2 рази, а маса рухомих деталей – приблизно у 100 разів. Це дозволяє істотно спростити конструкцію та знизити в 1,5...3 рази енергоспоживання верстата, а його масу – в 5...10 разів.  11. На діючому макеті відцентрового насоса показано стійке обертання робочого колеса без механічних опор та створення ним потоку робочої рідини. Застосування такого робочого колеса дозволяє виключити з конструкції насоса вал, вузли підшипників та ущільнення за валом, досягти високого рівня герметичності. Це приводить до підвищення надійності насосів, розширення сфери застосування завдяки високому рівню безпеки при роботі з агресивними рідинами. Простота конструкції забезпечує зниження собівартості та експлуатаційних витрат, зменшення в 1,2...1,5 рази маси й габаритів насосів з робочими колесами без механічних опор.  *Отримані у роботі результати можуть бути рекомендовані для використання машинобудівними підприємствами та проектними організаціями при розробці та виготовленні безконтактних опор, верстатів різання напівпровідникових матеріалів, динамічних насосів, сепараторів, інших машин з прямим приводом обертових робочих органів кільцевої форми.* | |