**Колесник Костянтин Костянтинович. Зниження віброактивності привідних систем з пружними муфтами: дисертація канд. техн. наук: 05.02.09 / Національний ун-т "Львівська політехніка". - Л., 2003.**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | **Колесник К. К. Зниження віброактивності привідних систем з пружними муфтами. –**Рукопис.  Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.02.09 – динаміка та міцність машин. – Національний університет “Львівська політехніка”. – Львів, 2003.  Дисертація присвячена зниженню віброактивності привідних систем з пружними муфтами за рахунок раціонального добору жорсткісних характеристик з’єднувальних пристроїв на основі аналізу напружено-деформованого стану гумових елементів, дослідження перехідних і усталених режимів роботи приводу, а також за рахунок застосування керованих пружних муфт квазінульової жорсткості.  Розроблено методику аналізу об’ємного напружено-деформованого стану гумових деталей пружних втулково-пальцевих муфт із застосуванням систем для автоматизованого проектування, на основі якої визначено жорсткісні параметри з’єднувальних пристроїв. Побудовано математичні моделі і досліджено динамічні процеси у привідних системах з урахуванням взаємозв’язку електромагнітних і механічних коливальних явищ та жорсткісних властивостей пружних муфт. Запропоновано конструкцію керованої пружної муфти квазінульової жорсткості і досліджено особливості її роботи.  Основні теоретичні результати дисертації перевірено експериментально. З їх застосуванням досліджено аварійні режими роботи насосної установки та динамічні процеси в приводах системи водопостачання і подачі повітря до цехів підприємства. | |
| |  | | --- | | 1. Як показує огляд численних джерел інформації, важливим напрямком зниження віброактивності привідних систем є застосування пружних муфт та обґрунтування добору їх пружно-дисипативних властивостей. Ефективність аналізу динамічних процесів в машинних агрегатах на стадії проектування безпосередньо залежить від точності визначення жорсткості з’єднувальних пристроїв. В дисертації проведено теоретичні та експериментальні дослідження, спрямовані на комплексне розв’язання проблеми зниження динамічних навантажень на елементи приводів за рахунок забезпечення раціональних жорсткістних характеристик муфт на основі аналізу напружено-деформованого стану гумових елементів, застосування пружних муфт квазінульової жорсткості та аналізу перехідних і усталених режимів роботи привідних систем.  2. Із застосуванням обчислювальних систем для автоматизованого проектування розроблена методика аналізу напружено-деформованого стану гумових кілець пружних втулково-пальцевих муфт. На основі порівняльного аналізу результатів теоретичних і експериментальних досліджень напружено-деформо-ваного стану гумового кільця встановлено, що для забезпечення достатньої точності визначення жорсткості пружного елемента в напрямку паралельного зміщення осі пальця щодо осі отвору необхідно враховувати проковзування матеріалу гуми по поверхнях металевих деталей. Похибка визначення жорсткістних коефіцієнтів муфт за допомогою розробленої методики здебільшого не перевищує 10–12 %.  3. Шляхом розрахунку напружено-деформованого стану кільця гумової втулки методом скінченних елементів із застосуванням обчислювальних систем для автоматизованого проектування визначено крутильні і лінійні (в напрямі паралельного зміщення осі однієї півмуфти щодо осі іншої) жорсткості пружних втулково-пальцевих муфт, типорозміри яких регламентовані ГОСТом 21424-75, що дає можливість значно підвищити точність розрахунку динамічних процесів у привідних системах. З’ясовано, що за рахунок склеювання гумової втулки і металевих деталей на половинних зовнішній і внутрішній поверхнях контакту, жорсткість пружного елемента зростає приблизно вдвічі, а за рахунок склеювання вказаних деталей на повних їх поверхнях контакту – приблизно у чотири рази.  4. Для оцінки впливу геометричних параметрів і модуля пружності матеріалу гумових кілець пружної втулково-пальцевої муфти на крутильну та лінійну (в напрямі паралельного зміщення осі однієї півмуфти щодо осі іншої) жорсткості муфти розроблено алгоритм аналізу напружено-деформованого стану кільця гумової втулки методом скінченних елементів з урахуванням можливості зазороутворення між робочими поверхнями гумових і сталевих деталей. Як показали результати проведених досліджень, за рахунок збільшення ширини і внутрішнього діаметра пружного елемента можна досягти підвищення жорсткості муфти на 86 – 95 %. За рахунок збільшення кута нахилу трапецеїдальної частини і зовнішнього діаметра пружного елемента можна зменшити жорсткістні коефіцієнти муфти на 22 – 34 %. Підвищення модуля пружності матеріалу гумових втулок обумовлює прямопропорційне зростання жорсткістних коефіцієнтів. Для реальних матеріалів, що можуть бути використанні для виготовлення гумових втулок, максимальні значення жорсткостей муфти перевищують відповідні мінімальні значення майже в 2,5 рази. Одержані шляхом апроксимації розрахункових результатів узагальнені залежності жорсткістних коефіцієнтів муфти від геометричних параметрів гумових кілець та модуля пружності їх матеріалу дають можливість пришвидшити проектування з’єднувальних пристроїв з заданими жорсткістними властивостями.  5. Одержані експериментальним шляхом залежності моменту сил пружності муфти від її кутової деформації є близькими до лінійних, у зв’язку з чим проведена їх апроксимація прямими лініями. У випадку встановлення гумових втулок в отвори з зазорами розбіжність реальних значень моменту від значень, що одержуються внаслідок апроксимації, є більшою, ніж за відсутності зазору між гумовою і сталевою деталями, однак ця розбіжність не перевищує 9 %. Жорсткість муфти, що одержана для випадку встановлення її пружних елементів з зазорами, приблизно на 21 % є меншою у порівнянні з жорсткістю муфти, втулки якої встановлені в отвори без зазорів.  6. Запропоновано методику та проведено розрахунки з визначення жорсткості муфти, що відповідає кутовому зміщенню валів, для випадків, коли гумові втулки робочими поверхнями повністю або частково скріплені зі сталевими деталями, а також для випадку можливого проковзування матеріалу гумових втулок по поверхнях сталевих деталей за відсутності тертя. Одержані значення жорсткостей дають можливість оцінювати компенсаційні властивості муфти і можуть бути використані для обгрунтування допусків на похибки монтажу привідних систем.  7. Розроблено математичну модель перехідних процесів у привідній системі з пружною муфтою з урахуванням взаємовпливу нестаціонарних електромагнітних явищ в асинхронному двигуні і механічних коливальних явищ, а також залежності жорсткості муфти від її кутової деформації, що дає можливість суттєво підвищити точність визначення динамічних зусиль в елементах приводу, знаходити ефективні шляхи зниження віброактивності системи. Досліджено вплив пружно-інерційних властивостей елементів приводу, зокрема, нелінійності навантажувальної характеристики муфти на значення моменту сил пружності з’єднувального пристрою. З’ясовано, що вплив нелінійної складової жорсткістної характеристики пружної втулково-пальцевої муфти на навантаження пружної ланки не перевищує 5 %. У той же час, похибка визначення жорсткості муфти в 20 – 25 % може призвести до розбіжності розрахункового і дійсного значень амплітуди моменту сил пружності в 50 % і більше. Отже, підвищення точності визначення жорсткісних характеристик муфт є важливим чинником піднесення ефективності динамічного аналізу привідних систем на стадії їх проектування.  8. На основі результатів дослідження динамічних явищ у привідній системі, в якій можуть мати місце розриви кінематичного ланцюга, встановлено, що наявність зазорів в пружних муфтах може призводити до збільшення динамічних навантажень на елементи системи у 2 - 3 рази, що свідчить про доцільність застосування беззазорних з’єднувальних пристроїв. Результати математичного моделювання процесів пуску привідних систем з черв’ячними передачами показують, що під час роботи передавальних механізмів в тяговому режимі їх самогальмування приводить до зростання моментів сил пружності муфти, а під час роботи в режимі відгальмовування – до зниження.  9. Показано, що за рахунок застосування пружних муфт квазінульової жорсткості у привідних системах, які сприймають значні динамічні навантаження, можна досягти зменшення моментів сил пружності зчіпних пристроїв в усталених режимах роботи машин на 70...90 %. Застосування розробленої і запатентованої конструкції керованої пружної муфти квазінульової жорсткості дає можливість значно зменшувати внутрішні зусилля в елементах привідних механізмів, що працюють в широкому діапазоні статичних і динамічних навантажень, а також знижувати вібрації привідних систем.  10. Динамічні явища, що виникають у привідних системах з пружними муфтами квазінульової жорсткості під час переходу з пологої частини навантажувальної характеристики на стрімку, призводять до значного зростання динамічних навантажень, які найбільшою мірою залежать від жорсткісних властивостей та швидкості деформування муфти. За рахунок випереджувального спрацьовування системи переналагодження навантажувальної характеристики, а також раціонального добору швидкості зміщення діапазону пологої частини цієї характеристики можна досягти істотного зменшення моментів сил пружності муфти в нестаціонарних режимах роботи машини.  11. Порівняльний аналіз результатів теоретичних і експериментальних досліджень засвідчив достатню для інженерної практики точність математичного моделювання динамічних явищ в електромеханічних привідних системах з пружними муфтами. Із застосуванням побудованих математичних моделей нестаціонарних процесів у привідних системах і розробленої методики визначення жорсткістних характеристик пружних втулково-пальцевих муфт проведено дослідження аварійних режимів роботи насосної установки та динамічних процесів в електромеханічних приводах систем водопостачання і подачі повітря до цехів підприємства. Розроблено рекомендації щодо вибору режимів експлуатації приводів, направлені на усунення ударних явищ, зумовлених наявністю зазорів в кінематичних ланцюгах, на забезпечення міцності елементів конструкцій та на розширення діапазонів технологічних параметрів технічних об’єктів. | |