**Кадильникова Тетяна Михайлівна. Науково-методологічні основи забезпечення стабільних експлуатаційних характеристик машин на базі моніторингових систем багатопараметричного діагностування : Дис... д-ра наук: 05.02.02 – 2008**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | **Кадильникова Т.М. Науково-методологічні основи забезпечення стабільних експлуатаційних характеристик машин на базі моніторингових систем багатопараметричного діагностування. - Рукопис.**  Дисертація на здобуття вченого ступеня доктора технічних наук за спеціа-льністю 05.02.02 Машинознавство. –  Дисертація присвячена вирішенню актуальної науково-технічної проблеми забезпечення стабільних експлуатаційних характеристик машин на основі створення та впровадження моніторингових систем багатопараметричного діагностування, що сприяє подальшому підвищенню ефективності використання технічної інфраструктури суспільства. Запропонована моніторингова система багатопараметричного діагностування машин, яка базується на комплексі теоретичних і експериментальних методів та засобів визначення діагностичних параметрів, встановленні їх взаємозв’язку та закономірностей впливу на експлуатаційні характеристики машин і механізмів.  Створені уніфіковані методи проектування систем моніторингу машин з наперед заданими властивостями: інтегрованою похибкою вимірювальної інформації, небхідною кількістю та якістю чутливих елементів, аналого-цифрових перетворювачів, фільтрів низьких та високих частот; математичним моделюванням у першому наближенні досліджуваних процесів в машинах та механізмах. Розглянуті практичні питання багатопараметричної діагностики машин та механізмів, які поширено використовуються в різних галузях промисловості та містять у своєму складі найбільш розповсюджені типові елементи, працюють в умовах високого рівня вібрації і характеризуються підвищенними вимогами до надійності функціонування. | |
| |  | | --- | | В роботі розв'язана актуальна науково-технічна проблема забезпечення стабільних експлуатаційних характеристик машин на основі створення та впровадження моніторингових систем багатопараметричного діагностування, що є логічним та перспективним напрямом подальшого підвищення ефективності використання технічної інфраструктури держави.  Впровадження систем багатопараметричного діагностування машин сприяє ефективному використанню енергетичних, матеріальних, фінансових, людських ресурсів, зниженню екологічного навантаження на навколишнє середовище та задовольняє зростаючі потреби сучасного суспільства.  Особливої актуальності ця проблема набуває в умовах перехідної економіки, яка характеризується обмеженістю вільних ресурсів і необхідністю інтенсивної експлуатації машин та механізмів, навіть при наявності високого рівня вичерпаності їх нормативного ресурсу.  1. Запропонована й обґрунтована з позицій загальної теорії систем концепція системи моніторингу машин, як цілісної, відкритої, організованої й адаптивної системи, що дозволила обґрунтувати її організаційну структуру і функції, заходи щодо удосконалення адаптивності, стратегію оптимізації і методи прикладного проектування.  2. Сполучення математичних, технологічних і організаційних компонентів у рамках єдиної стратегії моніторингової системи багатопараметричної діагностики машин визначає її відмінность в порівнянні з існуючими аналогами та сприяє виконанню основних функцій, пов’язаних з реконфігурацією структури і змісту системи, періодичним аудитом і коректуванням. Крім вирішення традиційних задач технічного діагностування на основі моніторингових досліджень стає можливим вирішення нових задач аналізу і подовження терміну експлуатаційної придатності фізично зношених або морально застарілих машин.  3. Розроблено комплекс функціонально взаємопов'язаних моделей, алгоритмів і комп'ютерних програм багатопараметричного діагностування, що включає в себе інформаційні та алгоритмічні моделі, системи визначення діагностичних параметрів, процедури апостеріорної обробки інформації і прийняття рішень щодо можливісті надання поточних і перспективних рекомендацій у вигляді апаратних алгоритмів.  Для оцінки технічного стану машин застосована математична теорія розпізнавання образів, яка відносно технічного діагностування машин складається з проведення порівняльного аналізу множин еталонних ознак і поточного стану на базі алгоритму розпізнавання та контролю за зміною діагностичних параметрів. Для формування множини діагностичних ознак використовувалися сітки Петрі.  4. Створена та апробована вимірювальна система багатопараметричної діагностики машин, вирішені питання технічного та інформаційного її забезпечення. Експериментальні дослідження моніторингової системи показали її високу точність, так, середньоквадратична похибка по всіх вимірювальних каналах знаходиться в межах 8.82 - 10.65 кут.сек., що в 5- 8 разів менше за похибку, припустиму за технічним завданням для вимірювальних комплексів.  5. Розроблено методика, алгоритми та програми технічного діагностування машин у режимі реального часу. На базі розроблених комп'ютерних програм “MONITOR- S ” і “MONITOR- D ” відпрацьована специфіка формування інформації про технічний стан машин. Результати експериментальної апробації програм технічного діагностування показали їхню високу якість, продемонстрували можливість здійснювати моніторинг швидкопротікаючих процесів у машинах, адекватну реакцію на зміну керуючих параметрів.При цьому відносна похибка “контролю нуля” по шістнадцятьох каналах за 10-72 години безперестанної роботи програми не перевищила 2 -3%. По окремих каналах відносна похибка не перевищила 1,0 -1,5%.  6. Розроблена методика визначення сумарної похибки вимірювальних каналів системи моніторингу і засоби підвищення точності реєстрації кутових деформацій вимірювального елементу. За допомогою механізму компенсації збільшена точність вимірів датчиками на 5-10% без збільшення величини динамічної похибки. За результатами аналізу одержано раціональне співвідношення між величиною похибки засобів вимірювання та розкидом спектру реєстрованих емпіричних даних; обґрунтовано покомпонентний склад моніторингової системи багатопараметричного діагностування машин, використання якої дозволяє зменшити кількість одиничних вимірювань в 3-4 рази, а також суттєво знизити трудомісткість і вартість випробувань при припустимій величині похибки засобів вимірювань.  7. Розроблена математична модель оптимізації обстежень машин за критерієм мінімуму повних очікуваних витрат, що дозволяє прийняти економічно раціональне рішення по складанню конкретного плану-графіка проведення ревізій машин, забезпечити необхідний рівень експлуатаційної надійності протягом розглянутого періоду експлуатації, визначати фактичний стан та залишковий ресурс машин та їх елементів, надавати рекомендації щодо перспективних конструктивних змін у машинах із метою продовження терміну їх служби.  8. Розглянуті практичні питання багатопараметричної діагностики машин, які поширено використовуються в різних галузях промисловості та містять у своєму складі найбільш розповсюджені типові елементи, працюють в умовах високого рівня вібрації і характеризуються підвищеним рівнем вимог до надійності функціонування.  При цьому вирішені наступні питання:  - запропоновано застосування портативних датчиків контролю, які дозволяють фіксувати зміни магнітного полю над дефектною ділянкою робочої поверхні;  - встановлена залежність вимірів амплітуд та частот від змісту вищих гармонік у сигналі (при наявності вищих гармонік у сигналі до 5% похибка вимірів не перевищує 1,6% за амплітудою та 0,95% за частотою);  - побудована дискретна функція перетворювання датчика, яка встановлює зв’язок експлуатаційних параметрами та характеристик вихідного сигналу;  -створено діагностичне програмне забезпечення, яке надає можливість проводити заміри величин пікфакторів і середнє квадратичних значень низько, середньо та високочастотної вібрації в полюсі частот 10-25 кГц; вести автоматичний розрахунок його рівня; автоматично встановлювати види дефектів із зазначенням імовірності їх виявлення; мати вірогідну діагностику за результатами однократних замірів;  - за допомогою програми „MONITOR-S” реалізовані операції замірів вібрації, виконана статистична обробка даних;  - проведені дослідження з вибору критичних точок конструкції з метою встановлення чутливих елементів для здійснення моніторингової діагностики;  - наведена методика проведення комплексної технічної діагностики і моніторингових випробувань вібраційних машин та машин із гнучким зв’язком, яка складається з натурного моделювання, побудови діагностичної моделі, прогнозування зміни технічного стану за часом, техніко-економічного аналізу зміни напружено-деформованого стану в залежності від варіантів виконання ремонтних робіт, аналізу імовірності отриманих оцінок технічного стану;  - розроблена математична модель, яка дозволяє визначити найбільш небезпечні режими експлуатації машин та критичні умови роботи всіх її підсистем, дослідити статичні та динамічні характеристики.  Застосування моніторингової системи багатопараметричної діагностики на практиці показало, що вірогідність отриманих результатів однократних замірів перевищила 90%.  9. Результати досліджень впроваджені в проекті Державної цільової програми забезпечення технологічної безпеки в основних галузях економіки (в галузевій частині)(ІЕЗ ім. Є.О.Патона НАНУ, м. Київ), Державному науково-дослідному інституті будівельних конструкцій (м. Київ, при проектуванні та впровадженні систем моніторингу відповідальних будівельних конструкцій об’єкту «Укриття»), АОО "ВЕЕСВІ" (м. Дніпропетровськ, при технічній діагностиці та продовженні ресурсу мостових електричних кранів), Української науково-промислової асоціації «Укркокс» (м.Дніпропетровськ, при розробці технічної документації по обстеженню технічного стану машин), ДХК „Луганськтепловоз” (м. Луганськ, при діагностуванні зубчатих механізмів та підшипникових вузлів), Експертно-діагностичній науково-дослідній лабораторії "Вантажопідйомні машини та промислові споруди"(м.Луганськ, при діагностиці вантажопідйомних машин), ІКЦ „Кран” (м. Москва, при оцінюванні технічного стану кранів), науково-дослідних роботах Національної металургійної академії України (м. Дніпропетровськ, при проведенні учбового процесу за дисципліною «Діагностика металургійних машин»). Результати теоретико-експериментальних досліджень впроваджено та використовуються у Східноукраїнському національному університеті (м. Луганськ), Московському державному відкритому університеті (м. Москва) у навчальному процесі при викладанні курсів „Деталі машин”, „Машинознавство”, „Будівельні конструкції”, „Будівельна техніка”,”Діагностика обладнання”, ”Надійність і діагностування електрообладнання”, „Основи технічної діагностики автомобілів”. Довідки про впровадження наведено в додатках. | |