

«Розробка основ акусто-емісійної діагностики триботехнічних систем»

Основні наукові результати

Отримано інтегро-диференційне рівняння теплоперенесення та внутрішнього енергоперенесення у відкритій термонапруженій трибосистемі при зміні робочого навантаження з врахуванням теплопередачі та конвекції тепла, яке придатне для широкого спектру матеріалів трибосистем, без обмежень по розміру та формі плями контакту, величини питомого тиску в зоні контакту, масштабного фактору та визначає основні механізми нерівноважного самовпорядкування поверхонь тертя.

Встановлені умови переходу трибосистем до мінімальної інтенсивності зношування, які визначаються особливостями нерівноважного самовпорядкування поверхонь контактної взаємодії, а саме умовами утворення двохшарової структури поверхневого шару (верхній підшар суцільний пружний, нижній підшар суцільний пластичний) та відповідної зміни механізму дисипації енергії, що підводиться при терті, з мікропластичної деформації на макропластичний зсув. Створено відповідну математичну модель та розроблено методологію управління процесами дисипації енергії.

Встановлено закономірності зношування пар тертя від напружено-деформованого стану поверхневих шарів, режиму змащування, властивостей мастильного середовища, механізму диспергування поверхонь, та стійкості трибосистеми.

Розроблено моделі сигналів АЕ, що випромінюються в процесі тертя, які засновані на існуючих уявленнях про руйнування вторинних структур I та II типу. Визначено, що при зношуванні поверхонь контактної взаємодії в залежності від навантаження часовий хід та параметри сигналів АЕ різняться між собою, що надає можливість ідентифікації різних механізмів поверхневого руйнування.

Встановлено, що зміна форми результуючого сигналу та його трансформації в безперервний сигнал АЕ обумовлені зменшенням проміжків часу при послідовному руйнуванні вторинних структур I та II типу, що визначає особливості обробки акусто-емісійного випромінювання поверхонь контактної взаємодії.

Розроблено критерії оцінки стану поверхонь тертя та етапів їх руйнування за сигналами АЕ, які покладено в основу розробки акусто-емісійної експрес-методики прогнозування ресурсу трибосистем. Розроблено метод визначення моменту виникнення задиру фрикційних вузлів за сигналами АЕ. Розроблено метод визначення контактного навантаження в фрикційних вузлах в момент виникнення заїдання.

Створено методики діагностування і збільшення ресурсу пар тертя, які базуються на управлінні процесами теплоперенесення і внутрішнього енергоперенесення у трибосистемах.

Отримані результати роботи не мають аналогів, відповідають світовому рівню, так як базуються на технічних вимогах сучасних ISO-стандартів: - РД-03-131-97 “Правила організації проведення акусто-емісійного контролю судин, котлів і технологічних трубопроводів” (Держміськтехнадзор Росії); Державний стандарт США ASME (ASME. “Acoustic emission for successive inspections. Section XI, Div.1”, Case N-471, Supplement No 5, Cade Cases 1989 Edition, Nuclear Components, Boiler and Pressure Vessels, Code Appruvel Date: 30 April 1990); - Державний стандарт Японії NDIS (NDIS 2412-1980. Acoustic emission testing of spherical pressure vessels made of high tensile strength steel and classification of test results).

Виконані розробки відносяться до наукової спеціальності 05.02.04 «Тертя і знос в машинах» і вносять значний вклад у розвиток вітчизняного напрямку „Машинознавство” та розділу науки I.2 11.02.04 „Тертя та зношування в машинах” (відповідно до класифікації видів науково-технічної діяльності).

Практична цінність

Створено рекомендації по переходу пари тертя до аномально низької інтенсивності зношування для реальних трибосистем трансмісії авіаційних газотурбінних двигунів (підшипники ковзання, зубчаті передачі тощо) за допомогою управління механізмами дисипації енергії поверхневих шарів пар тертя. Розроблено трибовідновлюючу суміш „Комбат” на основі природного

мінералу коалін, використання якого надало можливість отримати беззносний режим тертя для високонавантажених трибосистем. Розроблено методологія визначення моменту виникнення задиру фрикційних вузлів за сигналами АЕ. Розроблено методологія визначення контактного навантаження в фрикційних вузлах в момент виникнення заїдання. Створена методика прискорених випробувань на зносостійкість багатошарових іоноплазмених покриттів.

Розроблені методи і технології впроваджено на підприємствах України, зокрема на Науково-дослідному технологічному інституті Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка (Харків), Державному науково-технічному об'єднанні «ФЕД» (м. Харків), а також використовуються у навчальному процесі Національного авіаційного університету (м. Київ), Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка.

Перелік основних наукових публікацій, доповідей на конференціях, семінарах

1. Стадниченко В.М. Визначення радіальної усадки металокерамічного шару та оцінка його стійкості на поверхнях тертя в процесі їх експлуатації // Вісник НАУ.-2006. - №4.- С.1-5.
2. Стадниченко В.Н. Исследование влияния изменения условий эксплуатации на эффективность трибовосстанавливающих составов // Проблемы машиностроения.-2006.-Т.9.-№3.-С.75-80.
3. Стадниченко В.Н. К вопросу самоорганизации триботехнических систем // Проблемы трибологии. – 2007. - №1. – С.104-110
4. Бабак В.П., Філоненко С.Ф., Стадниченко В.М. Моделі сигналів акустичної емісії при руйнуванні поверхневих шарів пар тертя // Проблеми тертя та зношування.-2007. –В.47. –С.1-8.
5. Babak V.P, Filonenko S.F., Stadnychenko V.M. Mechanism of transition of friction pairs to “quasiwearless” mode of operation // Aviation. - 2006. -V. 10. -№4. - P. 8-13.
6. Стадниченко В.Н. Исследование влияния изменения эксплуатационных нагрузок на свойства металлокерамических слоёв // Автоматика, Автоматизация, Электротехнические комплексы и системы.-2007.-№ 1(19).-С.153-160.
7. Стадниченко В.М., Трошин О.М. Синергетическая концепция самоорганизации в трибологических системах при управлении тепловыми потоком // Вестник национального технического университета «ХПИ» Тематический выпуск «Технологии в машиностроении». – 2007. - №17. – С.49-63.
8. Бабак В.П., Стадниченко В.М., Філоненко С.Ф. Умови переходу пар тертя в „беззносний” стан // Вісник НАУ.- 2006. - № 1- С.3-7.
9. Стадниченко В.Н., Трошин О.Н. Моделирование процесса диссипации энергии узла тертя в процессе его эксплуатации // Вісник інженерної академії.-2006. – В.2-3. – С.60-63.
10. Стадниченко В.Н. Применение синергетического подхода к объяснению «квазибеззносного» режима трения // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах.- 2006.- №1. - С 112-117.
11. Філоненко С.Ф., Стахова А.П. Моделирование сигналов акустической эмиссии при переходе от стадии нормального к стадии катастрофического изнашивания // Технологические системы.- 2007. - №4(40). – С. 41-47.
12. Філоненко С.Ф., Стахова А.П., Кравченко В.Г. Моделирование сигналов акустической эмиссии при изменении объема материала, вступившего в пластическую деформацию // Технологические системы.- 2008. - №1(41). – С. 22-27.
13. Німченко Т.В., Стахова А.П. Моделирование аппаратуры для регистрации непрерывной акустической эмиссии // Електроніка та системи управління.- 2007. - №4(14). – С. 110-113.
14. Філоненко С.Ф., Стадниченко В.М., Стахова А.П. Modelling of acoustic emission signals at friction of materials' surface layers // AVIATION – 2008.-v. 2.-№ 3.- P. 87-94.
15. Стадниченко В.М., Приймаков О.Г. Дослідження трибосполучень за допомогою сигналів електронно-акустичної емісії// Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии. – 2007. – № 37. – С. 119-129.
16. Filonenko S.F., Stadnychenko V.M., Stahova A.P. Modelling of acoustic emission signals at friction of materials' surface layers //Aviation.-2008.-v.12.-No3.-P.87-94
17. Філоненко С.Ф., Стахова А.П., Кравченко В.Г. Моделирование сигналов акустической

кой эмиссии при изменении объема материала, вступившего в пластическую деформацию // Технологические системы.-2008.- № 1(41).-С.22-27

18. Filonenko S.F., Stakhova A.P., Kositskaya T.N. Modeling of the acoustic emission signals for the case of material's surface layers distraction in the process of friction // Вісник НАУ.- 2008.- №2.- С.28-24.

19. Філоненко С.Ф., Стахова А.П., Кравченко В.Г., Стадниченко В.М. Спосіб визначення контактного навантаження в фрикційних вузлах в момент виникнення заїдання /Пат. № 34919, Україна, МПК G01N 29/04, 3/56.-Опубл. 26.08.2008, Бюл. №16. – 7 с.

20. Бабак В.П., Філоненко С.Ф., Стадниченко В.М Спосіб визначення моменту виникнення задиру в фрикційних вузлах //Патент України № 31663, G01N 29/04.-Опубл. 25.04.2008, бюл.№8.

21. Німченко Т.В.. Моделювання апаратури для реєстрації неперервної акустичної емісії // Електроніка та системи управління: Наукове видання. – К.: НАУ, 2007. - №4(14). – С. 110-113.