

час обертання шатунних шийок, є противаги (1, 4), а також для уникнення деформації валу, яка може спричинити неправильну роботу двигуна. Щоки колінчастого валу (5) з'єднують шатунні та корінні шийки [2].

Висновок: У даній роботі розглянуті основні види колінчастих валів, з яких марок сталі виготовлені, його конструкційні особливості. Принцип дії колінчастого валу однаковий, але застосування і який спосіб виготовлення цієї деталі залежить від його призначення, чи то автомобіль, чи то суднова будова тощо.

Список посилань

1. A. Dindore et al. Optimization of crankshaft by modification in design and material Int. Res. J. Eng. Technol. (2020)
2. Каргин С. Б. Инновационные технологииковки валов : монографія / С. Б. Каргин, Б. С. Каргин, В. В. Кухарь. – Маріуполь : ПГТУ, 2016. – 145 с.

УДК 629.735.45

Пилипенко О.І., докт. техн. наук, професор

Почесний член національного програмного комітету конференції, opilip@ukr.net

ВІБРАЦІЙНИЙ КОНТРОЛЬ ЗУБЧАСТИХ ПЕРЕДАЧ РЕДУКТОРІВ ГАЗОТУРБІННИХ ДВИГУНІВ

Наявний парк вертольотів експлуатується в даний час згідно ресурсу, зумовленого їхнім технічним станом. Тому постає гостра проблема оцінки технічного стану як вертольотів у цілому, так і зубчастих передач та пов'язаних з ними деталей основного кінематичного ланцюга головних, проміжних і хвостових редукторів, приводів коробки агрегатів газотурбінних двигунів (ГТД).

Вібраційний контроль з початку 1990-х років і до сього часу є найбільш досконалим контролем, засоби і методи якого добре відпрацьовані в авіапромисловості [1].

Стандарт ДСТУ ISO 8579-2 [2] встановлює методи визначення механічної вібрації зубчастих передач редукторів, методи вимірювання вібрацій корпусу і валу, типи вимірювальної апаратури, методи вимірювання і методики випробування для визначення рівнів вібрації. На жаль, стандартом не передбачено вимірювання крутильних коливань зубчастих приводів. Але рекомендації стандарту треба враховувати під час розробки спеціальних високошвидкісних механічних приводів, до яких відносяться авіаційні зубчасті передачі ГТД і редукторів.

Ефективним напрямком експлуатаційного діагностування найбільш напружених вузлів – зубчастих передач редукторів ГТД – є методи аналізу сигналів вібрацій корпусу двигуна.

Теоретичне і експериментальне обґрунтування вібродіагностики зубчастих передач ГТД та редукторів вертольотів засвідчує [3], що основною функцією, яка характеризує енергетичну ефективність передачі крутного моменту і є чутливою до зародження дефектів зубців шестерен, можна вважати девіацію параметру першої похідної кутової швидкості переспряження зубців.

Широке практичне застосування ресурсного прогнозування вимагає розвитку ряду наукових і практичних додатків, зокрема таких, як прогнозування залишкового ресурсу зубчастих коліс за даними періодичного моніторингу динаміки зачеплення під час ресурсних випробувань.

Впровадження ефективних методів експлуатаційного діагностування зубчастих передач дають можливість чітко виділити в сигналі вібрацій корпусу двигуна ознаки відхилень характеристик деталей редуктора від штатного стану і доповнити автоматичну систему аналізу технічного стану роторних деталей ГТД [4, 5].

Система збору і обробки польотної інформації поділяється на бортову і наземну частини. Бортова підсистема у вигляді апаратно-програмних комплексів забезпечує збір і попередню обробку первинної інформації – сигналів вібрацій, синхронізації, температури і т. д. Вона взаємодіє з штатним обладнанням вертольоту для отримання інформації щодо режимів роботи і польоту вертольоту. Бортова підсистема, як правило, містить в собі давачі вібрацій, давачі частоти обертання і блоки накопичування та попередньої обробки [6, 7].

Наземна підсистема являє собою набір апаратно-програмних засобів, що забезпечують виконання автоматичного експрес-аналізу і розширеного аналізу зареєстрованої на борту інформації. Наземну підсистему системи діагностики можна розділити на локальну і центральну (центр супроводження). Локальна частина являє собою програмне забезпечення обробки накопиченої в польоті інформації і базу даних, які розташовані в організації, яка експлуатує вертольоти.

В даний час вже застосовуються методи обслуговування машин за фактичним станом або ідентифікації деталей без їх розборки на основі вібродіагностичних випробувань [8, 9]. Їх використання дозволяє одночасно і знизити вартість налагоджувальних робіт і підвищити їх якість, тому що перевіряється не тільки стан деталей виробу, але і як вони зібрані, чи є перекося підшипників або шестерен під час складання. Діагностика головного редуктора вертольоту виконується на протязі 20 хвилин. За результатами вібродіагностичних випробувань оцінюється технічний стан деталей кожного зубчастого зачеплення, підшипника без розборки редуктора.

Інноваційний метод дозволяє на протязі 10 хвилин проконтролювати стан семисот п'ятидесяти показників головного редуктора, тобто фактично здійснити тотальний контроль за станом кожного елемента деталей і вузлів.

Після польоту накопичені дані переносяться на наземну підсистему організації-експлуатанта, де відбувається післяполітний аналіз, видача результатів обробки і зберігання отриманих результатів у локальну базу даних. Далі результати обробки синхронізуються з базою даних центру супроводження для представлення інформації про технічний стан розробникам вертольотів та їх агрегатів, а також організаціям-експлуатантам.

Список посилань

1. Болотин, В.В. Ресурс машин и конструкций / В.В. Болотин. – М.: Машиностроение, 1990. – 448 с.
2. ДСТУ ISO 8579-2 Правила приймання зубчастих передач. Частина 2. Визначення механічних вібрацій редукторів під час приймальних випробувань.
3. Кравченко И.Ф. Экспериментальные и теоретические результаты исследования авиационных зубчатых передач для двигателей пятого и шестого поколений /И.Ф Кравченко, А.Б. Единолич, В.А. Яковлев, В.Л. Дорофеев // Авиационно-космическая техника и технология. – Харьков, 2008. – №8. – С.129-134.
4. А.В. Папчѐнков. Эффективность спектральных методов диагностического контроля технического состояния зубчатых передач ГТД. Вестник двигателестроения, № 2, 2015. – С. 125-132.
5. В.Н. Журавлѐв. Виброкинематометрия зубчатых передач/ В.Н. Журавлѐв, А.Б. Единолич, А.В. Папчѐнков, А.В. Корнейчук// Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: "Проблеми механічного приводу" №35(1144), 2015. – С. 56-60.
6. Перспективы использования бортовых автоматизированных систем контроля выработки усталостного ресурса авиационных конструкций / Игнатович С., Карускевич М., Бурау Н., Краснопольский В. // Вісник ТНТУ. – 2011. – Спецвипуск – частина 2. –С.136-143. – (механіка та матеріалознавство).
7. Harry J. Decker. Crack Detection for Aerospace Quality Spur Gears /Harry J. Decker U.S. Army Research Laboratory Glenn Research Center, Cleveland, Ohio/National Aeronautics and Space Administration. NASA/TM—2002-211492. Prepared for the International 58th Annual Forum and Technology Display sponsored by the American Helicopter Society - Montreal, Quebec, Canada, June 11-13, 2002.

8. ОСТ 100774-98. Система сбора и обработки полетной информации самолетов (вертолетов). М.: НИИСУ, 1998. 21 с.

9. В. В. Голованов. Методы и средства диагностики авиационных приводов при их эксплуатации по техническому состоянию/ В. В. Голованов, В. Г. Василенко, А. А. Земсков, С. С. Панов, А. А. Емельянова// Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета Том 14, №3, Ч.1, 2015. – С. 213-221.

УДК 685.34.05

Макатьора А.В., аспірантка
Макатьора Д.А., канд.техн.наук
Зенкін М.А., докт.техн.наук, професор

Національний технічний університет України «КПІ ім. І.Сікорського», makatora_d@ukr.net

МЕХАНІЗМ ПЕРЕМІЩЕННЯ НОЖА, ЩО ЗДІЙСНЮЄ РУХ ПО ЗАМКНУТІЙ ТРАЄКТОРІЇ

Для реалізації процесу різання використовується рухоме різання, або різання за допомогою нерухомого ріжучого інструмента [1, 2]. Проведенні дослідження показали, що процес різання нерухомим ножом супроводжується дуже високими значеннями втрат на тертя, які досягають 60-70% енергетичних витрат на виконання технологічної операції.

Саме тому широкого поширення отримали машини з рухомими ножами [2-7].

Авторами роботи [8] пропонується конструкція механізму переміщення ножа, що має замкнуту траєкторію руху та задовольняє висунутим вимогам (рис. 1). Конструкція механізму ножа містить вал 1 та додатковий вал 2, встановлений в двох парах опор 3 та кінематично з'єднаний з головним валом 4, за допомогою пари конічних варіаторів, що містять по парі конічних дисків 5, які кінематично з'єднанні між собою та встановлені з можливістю регулювання. Пара ексцентриків 6 і 7 кінематично з'єднана з парою куліс 8 і 9, які відповідно закріплені з ножом 10 та напрямною 11, в яку встановлений останній. Куліса 9 встановлена в додаткову напрямну 12, а куліса 8 з'єднана з ножом 10 за допомогою регульовального гвинта 13. Пристрої зміни ексцентриситету містять пару напрямних 14 і 15, регульовальних гвинтів 16, 17 і пару повзунів 18, 19 з радіальними пазами, закріпленими на ексцентриках 6, 7 і встановленими в напрямні 14, 15, які, в свою чергу, закріплені на додатковому валу 2 та валу 1 за допомогою гвинтів 20, 21, регульовальні гвинти 16, 17 встановлені в напрямні 14, 15 і кінематично зв'язані з повзунами 18, 19.

Регулювання зміни кутової швидкості обертання ексцентриків відбувається таким чином: шляхом переміщення конічних дисків 5, по відповідних валах, відносно один одного, змінюється передаточне відношення (радіуси передачі) в кожній парі, за допомогою чого кутова швидкість валу 1 і додаткового валу 2 може бути як однаковою (передаточні відношення варіаторів рівні), так і різною, крім цього таке регулювання дозволяє плавно регулювати кутові швидкості, а тим самим і лінійні швидкості леза ножа 10 в різних напрямках, а саме в напрямку подачі матеріалу та в перпендикулярному напрямку подачі матеріалу. Також дана конструкція дає можливість отримати замкнуту траєкторію леза ножа 10, у вигляді поєднання декілька еліпсів (вісімка і так ділі) за один зворотно-поступальний рух леза ножа в перпендикулярному напрямку подачі деталі, в залежності від вибору кутової швидкості (частоти обертання) валу 1 і додаткового валу 2, за рахунок зміни швидкості варіаторів, а саме: якщо швидкість швидкості валів 1 та 2 однакові рух леза ножа здійснюється по еліпсу, якщо співвідношення швидкостей валів 1:2 то закон руху вісімка, тощо.

Крім того, пара пристроїв зміни ексцентриситету дозволяють отримувати різну величину переміщення леза ножа 10 в різних напрямках, а також отримувати тільки лінійну траєкторію леза ножа 10 в напрямку подачі матеріалу та/або в перпендикулярному напрямку подачі матеріалу.