**Сторожев Валентин Павлович. Причини і закономірності поступових відмов основних триботехнічних обєктів енергетичної системи судна і підвищення їх ресурсу : Дис... д-ра наук: 05.02.02 - 2002.**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | Сторожев В.П. Причини і закономірності поступових відмов основних триботехнічних об'єктів енергетичної системи судна і підвищення їх ресурсу – Рукопис.  Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.02.02 – Машинознавство. – Технологічний університет Поділля, Хмельницький, 2002.  У дисертації узагальнені результати багаторічної роботи автора по аналізу причин і закономірностей поступових відмов і тривалості напрацювання на відмову з урахуванням розвитку різноманітних пошкоджень та дефектів на всіх рівнях від окремих деталей та вузлів аж до системи, що складається з циліндро-поршневої групи дизеля та валопроводу судна. Дано оцінку впливу таких факторів, як знос, фретинг-корозія, вигоряння, корозія, утома, поломки та ін. на закономірності безвідмовної роботи об'єктів, що відповідає підходу до проблем надійності і довговічності з позицій машинознавства з акцентом на головні та супутні причини, які приводять до відмов. Оцінено різні технології відновлення і їхній вплив на дефектоутворення і відмови при експлуатації. Запропоновано спеціальні й узагальнені поправочні коефіцієнти, які пропонується використовувати для оцінки ресурсу відновлених об'єктів з урахуванням впливу видів поступових відмов, а також прогнозування безвідмовності роботи від окремих деталей, вузлів аж до об’єднаної системи включно. За результатами досліджень здійснено впровадження та дано рекомендації виробничого характеру. Вони можуть бути також використані в суміжних галузях техніки при вирішенні проблем машинознавства з підвищення безвідмовності різних об’єктів і систем. | |
| |  | | --- | | 1. На основі статистичної обробки й аналізу великого масиву експлуатаційних вимірів і спостережень, заводських даних і лабораторних експериментів отримано й узагальнено закономірності, що розкривають роль різних процесів дефектоутворення й ушкоджень у формуванні відмов на рівнях від основних деталей до об'єднаної системи, що складається з циліндро-поршневої групи двигуна і валопровода судна, як для нових, так і для відновлених за різними технологіями об'єктів.  2. З огляду на складність і різноманітність діючих при експлуатації факторів, таких як знос, корозія, нагароутворення і вигоряння, фретинг-корозія, утома, відшарування, тріщиноутворення та ін., кожний з який за певних умов може бути провідним чи супутнім при формуванні відмов, а також неможливість опису цих процесів єдиною фізичною моделлю, розроблено і здійснено новий науковий підхід, що дозволяє узагальнювати ці різноманітні процеси і явища не на основі їхніх здебільшого несумісних теоретичних і фізичних уявлень, а за критеріями диференціальної або узагальненої оцінки впливу різних за своєю природою дефектоутворень і часу їхнього впливу на формування відмов. Такий науковий підхід дозволив одержати на статистично достовірній основі математичні описи причин і закономірностей відмов з оцінкою експлуатаційних, виробничих і технологічних факторів, він може бути розповсюджений на інші об'єкти машинобудування.  3. Виділено основні види експлуатаційних ушкоджень, що при відповідному наробітку приводять до відмов. Встановлено не тільки процентне співвідношення цих ушкоджень для всіх розглянутих рівнів, але й вплив кожного з них на час роботи до настання відмов. Виділено процеси тертя і зносу, фретинг-корозії, нагароутворення, вигоряння, утворення тріщин, утоми і поломок. Показано, що в багатьох випадках процеси розвитку ушкоджень від зносу відіграють провідну роль, а для ряду деталей є супутніми, поступаючись процесам, наприклад, тріщиноутворення та ін. Отримані дані дозволили провести ранжирування цих процесів для всіх рівнів, починаючи з окремих деталей до об'єднаної системи, що складається з циліндро-поршневої групи двигуна і валопровода судна з розробкою відповідних показників.  4. Отримано математичні критерії для всіх рівнів від окремих деталей до обраної об'єднаної системи, які дозволили установити, що узагальнені закономірності розвитку процесів дефектоутворення і відмов принципово однакові для нових і відновлених елементів і самої системи в цілому, однак у більшості випадків швидкість їхнього формування вище для відновлених елементів і системи в цілому, що зменшує час безвідмовної роботи на всіх розглянутих рівнях.  5. На базі науково обґрунтованих теоретичних і експериментальних аналітичних залежностей і підтверджуючих розрахунків вперше розроблено систему часткових і узагальнених коефіцієнтів, що відбивають вплив різних видів дефектоутворення на безвідмовність роботи окремих елементів і системи в цілому та враховують ефективність технологій відновлення розмірів і зміцнення поверхневих шарів у порівнянні з новими об'єктами, працездатність яких за статистичними оцінками прийнята за вихідну.  6. Установлено, що функція бажаності Харингтона і метод планування експериментів не дозволяють визначати значення часткових і узагальнених поправочних коефіцієнтів без масиву даних експлуатаційних спостережень і їхньої статистичної обробки з обов'язковим урахуванням провідних процесів дефетоутворення і законів розподілу часу безвідмовної роботи відновлених виробів у порівнянні з новими. В результаті була розроблена багаторівнева методика проведення досліджень, що є новим, особливо стосовно до відмінних процесів і закономірностей дефектоутворення деталей і вузлів суднових технічних засобів, тим більше з поширенням результатів на обрану об'єднану систему, де з різною інтенсивністю розвиваються багато видів відмов.  7. Показано, що відновлення розмірів зношених поверхонь канавок під поршневі кільця сталевих головок поршнів суднових дизелів із застосуванням електродугового наплавлення дає поправочний коефіцієнт 0,70 від зносостійкості нових, а додаткове фрикційне зміцнення одним диском збільшує цей коефіцієнт до 1,2. У зв'язку з цим пропонуються зміцнювати наплавлені поверхні канавок головок поршнів не однонаправленим, а високошвидкісним знакозмінним тертям, що дозволяє збільшити поправочний коефіцієнт з 1,2 до 1,8 за рахунок підвищення твердості, товщини, зносостійкості та корозійної стійкості білих шарів з формуванням у поверхневих шарах більш високих значень напруг стискання.  8. Для підвищення довговічності дейдвудних підшипників ковзання, що змазуються водою чи маслом, розроблено матеріал для вкладишів, який містить капролон з добавками дисульфіду молібдену і графіту, що у порівнянні з застосуванням капролоно-графиту знижує при лабораторних випробуваннях знос у 3 рази при мащенні водою з одночасним збільшенням нормального навантаження відповідно в 1,6 і 2,3 рази і зниженням коефіцієнта тертя на 25 %.  9. Установлено, що для підвищення довговічності гребних валів після їхнього відновлення через відмови з причин розвитку фретинг-корозійних, утомних процесів і тріщиноутворення необхідно застосовувати метод ультразвукового ударного зміцнення наплавлених поверхонь замість пластичного деформування їх роликами. Така заміна дає підвищення ефективності зміцнювальної технології на 25 %.  10. Стосовно наплавлених сталевих поверхонь вперше показані переваги зміцнювального шліфування для підвищення їхніх робочих характеристик. Установлено, що при певних режимах зовнішнього круглого шліфування у поверхневих наплавлених шарах утворюються зміцнені структури, що дозволяє не тільки одержати поправочний коефіцієнт порядку 1,2, але й спростити технологічний процес обробки шляхом об'єднання в одній операції різання і зміцнення гребних валів. Аналогічно була вперше показана можливість зміцнення наплавлених поверхонь гребних валів знакозмінним високошвидкісним тертям з одержанням значень порівняльних коефіцієнтів по зносостійкості 1,8; фретинг-корозії 1,5 і корозії 1,6.  11. Розроблено і впроваджено з одержанням економічного ефекту технології наплавлення для відновлення зношених поверхонь головок поршнів суднових дизелів і ультразвукового ударного зміцнення наплавлених поверхонь гребних валів з централізованим затвердженням керівних матеріалів для судноремонтних заводів галузі.  12. Показано, що прогнозування довговічності об'єктів і системи необхідно здійснювати на основі експлуатаційних закономірностей розвитку провідних і супутніх дефектів з урахуванням найбільш ефективних технологій відновлення розмірів і зміцнення деталей із застосуванням розроблених і науково обґрунтованих поправочних коефіцієнтів, отриманих по статистично достовірним даним експлуатації. Такий ранжований підхід варто застосовувати не тільки для окремих деталей, але й для всіх розглянутих об'єктів, що принесе найбільшу ефективність у виборі технологій, у підвищенні безвідмовності роботи об'єктів.  13. Розроблено систему вірогіднісних критеріїв оцінки якості відновлених елементів обраних об'єктів. В основі цих критеріїв лежить методологія порівняння функцій розподілів імовірності відмов нових і відновлених деталей. За головний критерій оцінки якості відновлених деталей обрано коефіцієнт імовірності відмов, як відношення числа відмов відновлених деталей до числа відмов нових деталей при наробітку рівному середньому числу відмов нових деталей. Розроблено загальну методологію оцінки якості відновлених деталей, яка включає: експлуатаційні випробування з одержанням функцій розподілу відмов нових і відновлених деталей; залежності і порядок їхнього застосування для оцінки якості відновлення; можливість прогнозування довговічності об'єктів з урахуванням дефектоутворення і технологій відновлення  14. Розроблено нові методи, установки і пристосування для лабораторних, виробничих і експлуатаційних вимірів, спостережень і робіт, що включають метод прискорених утомних випробувань, методи для зміцнення кепів головок поршнів знакозмінним тертям і гребних валів зміцнювальним шліфуванням, пристосування для індукційного нагрівання гребних валів перед наплавленням та ін.  15. За результатами досліджень здійснено впровадження і дані рекомендації виробничого характеру. Вони можуть бути також використані в суміжних галузях техніки при вирішенні проблем машинознавства щодо підвищення безвідмовності різних об'єктів і систем. | |