

ІДЕНТИФІКАЦІЯ ПРИЧИН ВІДМОВ ЗА ХАРАКТЕРОМ ПОРУШЕНЬ ДЕТАЛЕЙ СУДНОВИХ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ

Ю. О. Никифоров, А. П. Кіглюк

Одеський національний морський університет

Анотація: Розглянуто процеси, що відбуваються в суднових машинах та механізмах, передумови виникнення пошкоджень.

Наведено основні чинники, що дозволяють ідентифікувати причину виникнення пошкоджень чи відмови деталей суднових технічних засобів.

Ключові слова: пошкодження, відмова, фактори руйнування.

IDENTIFICATION OF THE CAUSES OF REFUSALS BY THE NATURE OF VIOLATIONS OF PARTS OF VESSEL TECHNICAL MEANS

Yu. O. Nykyforov, A. P. Kihliuk

Odessa National Maritime University

Abstract: The processes occurring in vessel machines and mechanisms, preconditions for damage are considered.

The main factors that allow to identify the cause of damage or failure of parts of vessel technical means are given.

Keywords: damage, failure, destruction factors.

Надійність суднових технічних засобів залежить від таких факторів, як їх конструктивні особливості, режим експлуатації, якість технічного обслуговування.

Процеси, що відбуваються в машинах і механізмах, можна розділити на:

- *зворотні*, що тимчасово змінюють параметри вузлів, деталей і системи в певних межах без тенденції прогресивного погіршення (пружна деформація елементів системи);

- *незворотні*, що призводять до прогресивного погіршення характеристик системи з часом (зношування, корозія, втомні явища).

Необоротні процеси за будь-якої швидкості їх протікання можуть бути причиною пошкодження матеріалу деталей.

Причинами пошкоджень можуть бути також різного роду дефекти:

- *конструктивні*, що виникають внаслідок упущень і помилок, допущених у процесі розрахунку та конструювання;

- *виробничі*, що є наслідком відступів від встановлених технічних умов, правил та державних стандартів на виготовлення та ремонт суднових технічних засобів та конструкцій;

- *аварійні*, зумовлені порушеннями правил технічної експлуатації, а також недоброякісним ремонтом, прихованими дефектами, явищами зношування.

Пошкодження можуть виникнути під впливом зовнішніх впливів на об'єкт (штормова погода, льодові умови...).

При перевищенні допустимого рівня пошкодження елементів механізму може наступити втрата його працездатності – відмова.

Оцінка причин пошкоджень суднових конструкцій, механізмів та пристроїв ускладняється деякими факторами, а саме:

- нестачею часу, бо відмова механізму повинна бути усунена в внайкоротший термін;
- обмеженістю вибору методів аналізу пошкоджених поверхонь в умовах експлуатації судна;
- у деяких випадках недостатньо високим рівнем підготовки обслуговуючого персоналу, що аналізує відмову механізму.

Зазначені фактори впливають на якість обробки первинної інформації та достовірність висновків.

Початкова інформація може мати довгостроковий або короткочасний характер. Важливими складовими інформації є записи приладів, що реєструють, і машинний журнал. На відміну від показань реєструючої апаратури, об'єктивність яких можна перевірити, записи в журналі не позбавлені суб'єктивності (це стосується часу реєстрації, так і значень параметрів).

Роль суб'єктивного фактора зростає при системі вахтового обслуговування, при якому інтервали між фіксацією значень контрольованих параметрів можуть бути настільки великі, що зміна останніх може статися непомітно для обслуговуючого персоналу і вони можуть з часом досягти граничних значень (з подальшою відмовою вузла).

У багатьох випадках, коли відмова є наслідком поступових змін параметрів, матеріал для аналізу можна отримати, досліджуючи записи у технічному формулярі. Стійка зміна будь-якого структурного параметра (зазору в підшипнику, розкєпу кривошипу), зафіксована у формулярі, свідчить про тривале та постійне відхилення певного процесу від норми.

При розслідуванні аварійної події важливим джерелом інформації є показання членів екіпажу, які були присутні на місці події або в будь-якій іншій формі, що мали відношення до події. Отримати інформацію від членів екіпажу необхідно в якомога більше короткий термін після події. Її фіксують у письмовому вигляді. Приступаючи до технічного обстеження, необхідно зафіксувати загальну та детальну картину аварійної відмови. Тільки після ретельного опису або фотографування пошкодженого вузла можна збирати частини деталей, що зруйнувалися, та інші речові докази аварії. На пакетах зазначають, з якої ділянки взяті матеріали для дослідження, і стежать за тим, щоб ці матеріали не зазнали додаткових пошкоджень (при відборі або транспортуванні).

Збираючи матеріали, слід враховувати ту обставину, що вони могли бути переміщені при динамічному розкиді, потоком охолоджуючої або змащувальної рідини. Окремі частинки можуть знаходитися у трубопроводах систем, фільтри, насоси, охолоджувачі. Частинки магнітних матеріалів зазвичай затримуються на

пробках магнітних фільтрів. Для визначення наявності немагнітних частинок можна, від'єднавши трубопровід, поставити фільтр із капронової тканини та прокачати потік рідини через нього.

Матеріали всебічно досліджують з метою визначення причин та характеру руйнування окремих ділянок деталі.

Найпростіший метод дослідження, до якого найчастіше звертаються за умов експлуатації судна, – візуально-оптичний.

У багатьох випадках візуального вивчення будови зламу достатньо визначення характеру руйнування деталі.

Наприклад, при руйнуванні деталі із пластичного металу під впливом одноразово доданого навантаження утворюється витяжка (шийка).

Крихкий матеріал руйнується без пластичної деформації з розташуванням зламу перпендикулярно до осі діючих сил.

Деталі, виготовлені з високоякісних сталей, можуть руйнуватись під впливом статичних навантажень протягом тривалого часу. При цьому йде поступовий розвиток тріщини, на що вказують рубці, що променеподібно розходяться від зони початку руйнування. Якщо порушення супроводжувалося підвищеними температурами, злам має глибоко зернисту темного кольору поверхню з великими нерівностями, рубців немає, осередки можуть виникнути одночасно у багатьох місцях. Такий вид руйнувань характерний для головок поршнів ДВЗ.

Найчастіше під час розслідування аварійних пригод доводиться стикатися з явищами втомних руйнувань. Оскільки втомний злам утворюється в результаті багаторазових циклів (що свідчить про середню напругу, як правило, що не перевищують межі пружності матеріалу).

Розвиток тріщини триває досить довго. При цьому характер поверхні зламу відображає основні фактори аварійного ушкодження:

- вид навантаження деталі;
- ступінь перевантаження;
- число і характер концентраторів напруги.

Характер перевантаження визначають за співвідношенням площ поступового та миттєвого руйнування деталі. При незначному навантаженні переважає зона поступового руйнування, що характеризується гладкою (з деформованими зернами) поверхнею. При впливі високих перевантажень більшість поверхні зламу носить грубий характер: це зона миттєвої руйнації.

У зоні поступового руйнування можуть спостерігатися розбіжні втомні хвилі, що відповідають моментам зниження навантажень, що додаються, або будь-яким іншим причинам, що викликали зупинку розвитку втомних тріщин.

Односторонній розвиток тріщини свідчить про те, що деталь працювала на розтяг або односторонній згин. При двосторонньому згині розвиток або з двох протилежних сторін зламу.

Круговий вигин характеризується порушенням концентричності втомних хвиль у зоні поступового руйнування, переважає віялоподібний малюнок. В

окремих випадках (при незначному навантаженні з великою кількістю концентраторів) зона поступового руйнування може мати круговий характер.

При крученні за умов незначного навантаження тріщина розвивається під кутом 45 град. до осі деталі та досягає довжини більше одного оберту.

Про високе навантаження свідчить крутіше положення тріщини (кут перевищує 45 град.). Так зазвичай руйнуються шийки колінчастих валів при підвищених крутильних коливаннях.

На число і розмір концентраторів вказує кількість вогнищ, від яких розходяться хвилі зон поступового руйнування. За наявності витягнутого концентратора (внутрішні тріщини, ланцюжок раковин) форма хвилі спотворюється.

Часто великі раковини можна побачити на поверхні зламу під час візуального огляду.

Концентраторами можуть бути:

- внутрішні дефекти (раковини, порожнини, сторонні включення);
- конструктивні (галтелі, отвори, вирізи, канавки);
- технологічні (підрізи, груба обробка поверхонь);
- фактори або випадкові ушкодження, що виникають при технічному обслуговуванні (забоїни, ризики, подряпини). Такі концентратори часто виявляють у головках поршнів, шатунах.

Зміна форми деталі характеризує напрямок та величину доданого навантаження. При розтягуванні виникає утоніння ділянки матеріалу з подальшою появою тріщин (по куту 45 град. до осі дії навантаження) і остаточним розривом матеріалу.

При стисканні в коротких деталях з'являється витріщання, у довгих – вигин.

При зрушенні ділянок деталі руйнування матеріалу може статися у вигляді зрізу чи вигину. Так часто руйнуються кріпильні болти деталей остова двигунів, штифти.

Візуально-оптичний метод дослідження дає можливість проаналізувати причини виникнення таких пошкоджень, як інтенсивне зношування деталей, що труться. Найчастішою причиною цього є зменшення подачі змащувального матеріалу або поява в його шарі абразивних частинок, розміри яких перевищують зазор між поверхнями.

Абразивне зношування характеризується наявністю рисок (по ходу руху деталей), порушенням відтінку прироблених шарів металу. Цей вид руйнування характерний для втулок ДВЗ.

Якщо на загартованих або цементованих деталях спостерігається відшаровування у вигляді лускатого відділення металу, це свідчить про виникнення напруги по глибині шару, що перевищує межу витривалості матеріалу. Таке відшаровування спостерігається на поверхнях кулачних шайб розподільних валів.

Зношування у вигляді пластичної деформації (змінання) характерне для випадку, коли деталі входили в контакт з ударом (наприклад, змінання ділянки поршневого кільця при попаданні під край продувних вікон).

Якщо на поверхні деталі спостерігається фарбування і є білі блискучі плями або смуги, це свідчить про появу білого шару загартованих структур. Вони можуть утворитися на зубах коліс, підшипниках кочення, поршневих кільцях ДВЗ. Білий шар може бути наслідком заїдання або ударів деталей із чавуну або високовуглецевих сталей.

Каверни (виразки) на поверхнях деталей є ознаками кавітаційного руйнування, що притаманно охолоджувальним поверхням циліндрових втулок, поршнів.

У зонах високих швидкостей рідин або газів на поверхнях деталей можуть з'явитися струмки, канавки, що свідчать про появу ерозійного руйнування. Газова ерозія найчастіше є причиною руйнування кромek випускних клапанів.

Візуально може бути визначено факт корозійного руйнування. Для цього процесу характерна робота вузла у корозійно-активному середовищі (наприклад, кришок циліндрів). Якщо тріщини розташовуються нормально по відношенню до зусиль, що діють на деталь і мають грубі нерівні грані, причиною їх є статична дія. Якщо тріщини заповнені продуктами корозії, їхнє виникнення обумовлено дією циклічних навантажень.

У всіх аварійних випадках необхідно зберегти зруйновані деталі та передати їх до лабораторії для проведення більш докладних досліджень: випробувань на твердість, металографічного чи структурного аналізу. Такі дослідження, підтверджуючи чи заперечуючи початкові висновки, допоможуть визначити рівень достовірності попереднього технічного розслідування.

Никифоров Юрій Олександрович к.т.н., доцент, професор ОНМУ, зав. кафедри «Технічне обслуговування і ремонт суден».

Кіглюк Артур Павлович студент магістратури Навчально-наукового інституту морського флоту.