

УДК 677.055.548

БЕРЕЗІН Л. М.

Київський національний університет технологій і дизайну

АНАЛІЗ ПРИЧИН ВІДМОВ ПАНЧІШНО-ШКАРПЕТКОВИХ АВТОМАТІВ

Мета. Систематизація загальних вимог та комплексу дій до аналізу причин відмов в'язальних машин на прикладі панчішно-шкарпеткових автоматів для прийняття обґрунтованих заходів щодо усунення або зменшення кількості дефектів в продукції та відмов обладнання.

Методика. Використано метод деталізації об'єкту дослідження, метод якісного аналізу діагностичного дерева відмов, методи експертних оцінок, галузеві керівні матеріали та інші нормативно-технічні документи.

Результати. Запропоновано теоретичні положення та сукупність заходів для якісного аналізу відмов панчішно-шкарпеткових автоматів як складової системи забезпечення надійності. Виявлені варіанти можливих відмов, основні причини їх виникнення та можливі наслідки для використання по запитах коригування та доопрацювання конструкцій-аналогів автоматів

Наукова новизна. Запропоновано новий методологічний підхід до комплексної ідентифікації характеру виникнення, причин та наслідків відмов деталей панчішно-шкарпеткових автоматів для реалізації якісного аналізу діагностичного дерева можливих відмов на основі багатоваріантності рішень.

Практична значимість. Представлена інформація сприяє комплексному підходу щодо обґрунтування, підвищення та підтримки заданого рівня характеристик надійності об'єктів, що розглядаються, на різних стадіях їх життєвого циклу.

Ключові слова: відмова, аналіз, класифікація, фрактографія, проектування, панчішно-шкарпеткові автомати

Вступ. Аналіз причин відмов технологічного обладнання є складовою заходів по керуванню надійністю діючих аналогів та забезпеченню заданого рівня надійності нових прототипів. Комплекс робіт включає вивчення характеру і причин виникнення відмов, накопичення, систематизацію та узагальнення визначальних факторів, які впливають на надійність для розробки заходів по удосконаленню конструкції об'єкту та технології його виготовлення з подальшою оцінкою ефективності вжитих заходів. Враховуючи значну бібліографію за темою [1-4] та інші, слід зазначити, що більшість видань має методично-організаційну спрямованість та стосується переважно деталей та конструкцій загальномашинобудівного призначення або вузького спрямування. Узагальнена інформація щодо відмов в'язального обладнання в технічній літературі не відображена. Дана стаття спрямована на усунення цієї прогалини на прикладі панчішно-шкарпеткових автоматів (ПША) як найбільш складного обладнання галузі.

Постановка завдання. Метою статті є систематизація загальних вимог та комплексу дій до аналізу причин відмов ПША на основі ідентифікації видів відмов, характеру прояву та причин їх виникнення для прийняття обґрунтованих заходів щодо усунення конструктивних та виробничих недоліків, які зумовлюють невідповідність об'єкту встановленим вимогам надійності з подальшим критичним аналізом наслідків можливих схемно-конструктивних варіантів будови автоматів.

Результати досліджень. ПША представляють собою сукупність функціонально пов'язаних механічних пристроїв, вільні виходи яких замикаються на технологічних операціях, що послідовно виконуються, тобто відмова будь-якого механізму спричиняє брак

виробу. При розгляді надійності ПША доцільно розрізняти наступні події: відмова, яка характеризується повною або частковою втратою працездатності, та пошкодження, яке полягає в порушенні справності об'єкту при зберіганні його працездатності. Пошкодження, що безпосередньо призводить до втрати якості виробів, відносять до технологічних відмов.

При аналізі відмов враховують наступні принципи:

- ПША є складною динамічною системою, при експлуатації якої відбуваються накопичення пошкоджень втомленості або зносу;

- ПША характеризується великою кількістю однотипних деталей у вигляді стержньових елементів (в'язальних голок, селекторів, штовхачів тощо), які найбільше обмежують надійність обладнання в цілому;

- на швидкість накопичення пошкоджень та процес руйнування деталей ПША комплексно впливає незначна кількість визначальних факторів, які мають як детермінований, так і випадковий характер;

- достовірність причин відмов деталей ПША встановлюється комплексним підходом на основі функціонального, конструкційного та технологічного аналізів, інформації про відмови в конструкціях-аналогах, при необхідності, з використанням лабораторних досліджень фізико-механічних властивостей матеріалу деталей тощо.

Обґрунтований аналіз причин відмов неможливий без їх класифікації та систематизації. При фіксуванні та аналізі відмов ПША доцільно враховувати наступну класифікацію відмов, враховуючи [1, 5].

За причиною відмови поділяють на конструктивні, виробничі та експлуатаційні. Можливе виникнення відмови при комбінації причин. Конструктивні відмови зумовлені помилками при проектуванні, порушенні норм та правил проектування. Як правило, вони є наслідком недостатньої перевірки на дію динамічних навантажень, невдалого вибору матеріалу за міцністю або жорсткістю, неправильного призначення посадок та допусків, невідповідності зносостійкості матеріалу тощо. Ці відмови є систематичними, оскільки помилки в проектуванні розповсюджуються на всю сукупність виготовлених машин. Причини таких відмов достовірно встановлюються та усуваються. Виробничі (технологічні) відмови виникають через порушення встановленої технології виготовлення або ремонту обладнання. Найчастіше причинами виробничих відмов є невідповідність вимог конструкторської документації при виготовленні, недостатній вхідний та вихідний контроль збірних одиниць тощо. Вони також носять переважно систематичний характер при розповсюдженні на обладнання великих партій. Експлуатаційні відмови є наслідком порушення встановлених правил та умов експлуатації. На заключній стадії експлуатації ПША виникають відмови як наслідок природного зношування деталей, накопичення втомленості матеріалу, зміни властивостей матеріалу за часом тощо, коли показники довговічності (строк служби або ресурс) знаходяться поза межами нормативних значень. Ці відмови також відносять до експлуатаційних. Очевидно, що для ПША серійного виробництва, які пройшли період припрацювання, характерними є експлуатаційні відмови. Повністю їх усунути неможливо, тобто задача зводиться до їх мінімізації. При визначенні причин відмов попередньо складають відповідні класифікатори.

Критерієм для класифікації відмов ПША за характером наслідків є прямі та побічні втрати, які виникають при порушенні працездатного стану об'єкту, випуску бракованих виробів та втрати через простої.

Розрізняють три періоди за час експлуатації обладнання до списання за зміною інтенсивності їх відмов. На інтенсивність відмов періоду припрацювання на початку експлуатації ПША впливають конструктивні прорахунки, якість виготовлення, монтажу та налагоджування обладнання, природне припрацювання деталей. Нормальний період експлуатації характеризується тим, що процес припрацювання закінчено, а виникнення відмов ще не пов'язано з погіршенням міцності деталей. Ці відмови мають випадковий

характер і є наслідком несприятливого збігу багатьох обставин, що зумовлює сталість інтенсивності відмов. Період нормальної експлуатації є найбільш тривалим і важливим. Відмовам старіння (зношення та втомленості матеріалу) відповідає третій період експлуатації з різким зростанням кількості відмов. Усунення відмов третього періоду економічно недоцільно або фізично неможливо.

Відмови за характером прояву поділяють на поступові та раптові і розрізняють за швидкістю зміни параметру працездатності обладнання (для ПША – можливість виконання технологічних операцій за встановленими вимогами). Ймовірність виникнення поступової відмови залежить від тривалості попередньої роботи, є прогнозованими, їх виникненню передують поява певних ознак: погіршення якості продукції, підвищення потужності споживання, зниження продуктивності, поява шуму та вібрацій тощо. Ознакою раптових відмов є незалежність моменту виникнення від тривалості роботи. Приклади таких відмов: поломки деталей внаслідок неправильної експлуатації або виникнення перевантажень; зломи та деформації деталей, коли кожний параметр одночасно приймає екстремальне значення (найбільше навантаження при мінімальній міцності матеріалу). Раптові відмови є випадковими, викликані збігом несприятливих обставин і тому мають сталу інтенсивність відмов, можуть виникнути в будь-який час. Вилучити раптові відмови повністю неможливо, але зменшення ймовірності їх появи практично реалізується.

По взаємозв'язку відмови поділяються на залежні, коли відмова одного елементу спонукає відмову іншого (наприклад, вузол на пряжі може спричинити злом гачка голки), та незалежні, коли дві суміжні відмови не пов'язані між собою.

За ознакою несправності відмови поділяють на функціональні та параметричні. До функціональних належать відмови, при яких виконання функцій ПША неможливе, до параметричних – відмови, при яких деякі параметри об'єкту змінюються в неприпустимих межах. Наприклад, руйнування гачка голки - функціональна відмова, знос робочої поверхні клину, що перевищує допустимі межі та призводить до невідповідності траєкторії руху гачка голки - параметрична.

Метою визначення причин відмов на етапі експлуатації є їх усунення. Визначення причин відмов рекомендується виконувати в зворотній послідовності виникненню, розвитку та прояву відмови, а саме: причина відмови, стан, процес відмови, прояв відмови. Аналіз причин відмов виконується за місцем їх появи, а при необхідності уточнення – за результатами лабораторних досліджень. Доцільно застосовувати наступні етапи визначення причин відмов. При реєстрації відмови встановлюють факт відмови у відповідності до критеріїв відмов, які наводяться в нормативно-технічній та конструкторській документації на конкретний тип обладнання, де наводиться перелік описів зовнішнього виду відмов та пошкоджень зруйнованих поверхонь.

Однакові види (зовнішні прояви) відмов можуть бути наслідком різних причин. До основних видів відмов ПША відносять злом, розрив, знос, тріщини, втрати жорсткості пружних елементів, змішані відмови тощо.

Визначення механізму (процесу руйнування) відмови встановлюють за переліком можливих механізмів відмов. Орієнтовний класифікатор механізмів відмов, наприклад, стержньових елементів ПША, що призводять до злomu, включає крихкий, втомленісний та в'язкий злом [6]. Крихкий злом – руйнування з незначною пластичною деформацією. В'язким зломом є руйнування, яке супроводжується значною пластичною деформацією. Переважаючий втомленісний злом характеризується наявністю в перерізі руйнування дрібнозернистої зони від дії значної кількості циклів змінного навантаження та залишкової крупнозернистої зони від одноразового статичного навантаження. Розроблена таблиця-класифікатор втомленісних зломів [7], за якою можна визначити вид та оцінити величину робочих навантажень, умови зародження та напрямок розвитку тріщин. При аналізі відмов застосовують результати досліджень за аналогічним і відмовами, розбирання для

зовнішнього огляду поверхонь деталей, що відмовила та спряжених з нею, перевірку якості монтажу шляхом контролю розмірів, зазорів, взаємного положення деталі, що відмовила та спряжених з нею; виявлення дефектів механічної, термічної або інших видів обробки деталі, тобто доцільно використовувати метод ведучого експерта [8]. В лабораторних умовах, що особливо важливо на стадії відпрацювання дослідного зразку, досліджують механічні та фізичні властивості матеріалу в зоні руйнування деталі; визначають вид та характер руйнування з використанням фрактографії злому, зародження та напрямком розповсюдження тріщин тощо; порівняльний аналіз структури та хімічного складу матеріалу до та після відмови. Лабораторні дослідження можуть доповнюватися стендовими або натурними дослідженнями з штучним нанесенням подібних дефектів на деталі. За результатами всіх етапів аналізу відмов методом експертних комісій [8] розробляють рекомендації по їх запобіганню, складаючи звітні документи.

Розглянемо комплекс дій стосовно аналізу причин найбільш поширених відмов в'язальних голок ПША. Першим етапом є формальний аналіз відмов голок, який включав загальний огляд місць явних пошкоджень та руйнувань, вивчення зовнішніх ознак відмов голок та місця дефекту на виробі. Оскільки функціональні та параметричні відмови відрізняються за характером та підходом, дослідження обмежували найбільш характерними для голок відмовами за критерієм міцності. За результатами класифікаційно-діагностичної обробки зібраної інформації отримали, що більшість відмов голок складають втомленісні руйнування гачків (для голок поз.0-1305 – 65%; поз.0-1306 – 76%; поз.0-1308 – 85%). Фрактографічний аналіз поверхонь злому гачків та класифікація втомленісних зломів за [6, 7, 9], дозволили оцінити вид навантаження (двосторонній згин з розтягом), величину навантаження (помірне та високе номінальне напруження). Місце зародження втомленісної тріщини - внутрішня сторона гачка на початку його згину, де маємо максимальні напруження від інерційних сил при ударі п'ятки голки з клином та підвищенні концентратори напружень. Це підтверджує, що втомленісний вид відмов є результатом багаторазових знакозмінних ударів та відбиття хвиль в голці. При фрактографічному дослідженні злому гачків зареєстровано характерні дві втомленісні ділянки по краях та ділянка крихкого злому посередині перерізу. Крихкі зломи гачків виникають при в'язанні борту виробу, причина їх поломок – непередбачений одноразовий дотик гачків голок до нитководія при переключеннях. Наявність кінців ниток при заробітку та спуску петель на виробі підтверджують це припущення.

Експлуатаційні відмови голок, які викликані порушенням умов експлуатації ПША, зумовлені переважно співударами голок з пристроєм для відкривання клапанів, масовим зломом гачків голок та поривах на виробі при недотриманні встановлених зазорів, збоєм ланцюгів керування, несвоєчасним зніманням петель платинами, різким перепадом щільності на виробі тощо. Основні причини цих відмов – несвоєчасне регулювання механізмів для подачі ниток, керування, зміни щільності виробу за ділянками. Відповідно, подальші конструктивні удосконалення в'язального механізму повинні усувати необхідність в регулюваннях або збільшувати інтервал між ними.

Злом гачків та п'яток голок, пошкодження їх язичків можуть виникати через дефекти сировини. Встановлено, що 21% відмов голок при реверсивному в'язанні п'ятки або миска виробу є наслідком появи вузла на одній з посилених ниток. Усунення перелічених відмов голок можливе виключенням або зменшенням появи прядильних пороків при застосуванні спеціальної підготовки пряжі для посиленої нитки.

Розрахунково-конструктивні відмови елементів в'язального механізму звичайно супроводжуються масовою поломкою голок. Діагностика їх причин не викликає труднощів. Складний механізм мають короткочасні відмови-збої, які самоусуваються та носять випадковий характер. Наприклад, невідповідність кількості збавлених та прибавлених голок,

повторення однією з голок циклу з її виводом та вводом на реверсному ході ПША, набігання п'яток голок на кромки поверхонь клинів тощо.

Для голок як деталей критеріальних за розмірами немає можливостей забезпечити значні запаси міцності через обмеження їх розмірів. Тому першочерговим завданням підвищення надійності та швидкості в'язання ПША є вибір найбільш прогресивних конструкторських рішень та раціональних режимів навантаження, які базуються включно на даних аналізу причин відмов об'єктів-аналогів.

Висновки.

1. Запропоновано систематизовану сукупність заходів для якісного встановлення механізму руйнування та причин відмов в'язального обладнання на прикладі ПША, які сприяють розробці наукових основ експертизи.

2. Перелічені потенційні варіанти відмов, основні причини їх появи та можливий вплив на технологічний процес і функціонування автоматів, виходячи з прийнятих схемно-конструктивних рішень при створенні конкурентноздатної продукції в короткі терміни та при економії коштів.

3. Накопичення бази даних про відмови дозволяє виконувати основний обсяг робіт щодо аналізу надійності на стадії дослідно-конструкторських робіт з подальшою можливістю впровадження методів неруйнівного контролю та технічної діагностики.

Список використаних джерел

1. Решетов Д.Н., Иванов А.С., Фадеев В.З. Надежность машин. - М.: Высш. шк., 1988. - 238с.
2. ДСТУ 2861-94. Надійність техніки. Аналіз надійності. Основні положення.
3. РД 50-514-84. Надежность в технике. Порядок проведения анализа причин отказов изделий.
4. РД 302-07-17-92 Порядок и организация анализа дефектов и отказов изделий в ходе эксплуатации.
5. РД 50-699-90 Надежность в технике. Общие правила классификации отказов и предельных состояний.
6. Гордеева Г.А., Жегина И.П. Анализ изломов при оценке надежности материалов. – М.: Машиностроение, 1978. – 200 с.;
7. Гребенник В.М., Цапко В.К. Надежность металлургического оборудования (оценка эксплуатационной надежности и долговечности): Справочник. - М.: Металлургия, 1980. - 344с.
8. Панков Л.А., Петровский А.Н., Шнейдерман М.В. Организация экспертизы и анализа экспертной информации. – М.: Наука, 1984. – 120с.
9. Гайдамака В.К., Красовский А.Я., Крамаренко И.В. Причины и характер разрушения игл вязальных машин // Проблемы прочности. - 1983. - №3. - С.68 - 71

АНАЛИЗ ПРИЧИН ОТКАЗОВ ЧУЛОЧНО-НОСОЧНЫХ АВТОМАТОВ

БЕРЕЗИН Л. Н.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Систематизация общих требований и комплекса действий к анализу причин отказов вязальных машин на примере чулочно-носочных автоматов для принятия обоснованных решений по устранению или уменьшению количества дефектов в продукции и отказов оборудования.

Методика. Использован метод деталізації об'єкта дослідження, метод якісного аналізу діагностичного дерева відмов, методи експертних оцінок, галузеві керівні матеріали та інші нормативно-технічні документи.

Результати. Предложено теоретичні положення та сукупність заходів для якісного аналізу відмов чутливо-носочних автоматів як складової системи забезпечення надійності. Встановлено варіанти потенціальних відмов, основні причини їх виникнення та ймовірні наслідки для використання по запитам коректування та доработки конструкцій-аналогів автоматів.

Наукова новизна. Предложено новий методологічний підхід для комплексної ідентифікації характеру виникнення, причин та наслідків відмов деталей чутливо-носочних автоматів для реалізації якісного аналізу діагностичного дерева можливих відмов на основі багатоваріантності рішень.

Практична значимість. Представлена інформація сприяє комплексному підходу при обґрунтуванні, підвищенні та підтримці заданого рівня характеристик надійності об'єктів, які розглядаються, на різних стадіях їх життєвого циклу.

Ключові слова: *відмова, аналіз, класифікація, фрактографія, проектування, чутливо-носочні автомати.*

ANALYSIS OF REASONS OF AUTOMATIC HALF-HOSE MACHINES

BEREZIN L.

Kiev National University of Technologies & Design

Purpose. Systematization of general requirements and complex of actions for the analysis of reasons of failures on the example of automatic half-hose machines, which can be used for the choice of decisions for a removal or reduction of defects of products and failures of equipment.

Methodology. We used the method of working out in detail of research object, method of quality analysis of diagnostic tree of failures, methods of expert estimations, leading materials and other normatively-technical documents.

Findings. Theoretical positions and aggregate of measures which are used for the quality analysis of failures of automatic half-hose machines and are constituent of system of reliability assurance are offered. The variants of potential failures, principal reasons of their origin and credible consequences which are used for the over patching of constructions-analogues of automats, are presented.

Originality. It is offered new methodological approach to the integrated identification of the character, causes and consequences of failures of details of automatic half-hose machines for realization of qualitative analysis of diagnostic tree of possible failures in the cases of their species diversity.

Practical value. The presented information is instrumental in complex approach at a rationale, stiffening and support of the set level of reliability of objects which are examined on the different stages of existence of automatic half-hose machines.

Keywords: *failure, analysis, classification, fractography, designing, automatic half-hose machines.*