УДК 629.113.012.1:658.562:004.94

Д.Б. Бегерський
*Державний університет «Житомирська політехніка»*

# ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ПАРАМЕТРИЧНОГО РИЗИК-ОРІЄНТОВАНОГО ПІДХОДУ ДО КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ТА НАДІЙНОСТІ ДЕТАЛЕЙ АВТОМОБІЛІВ

*У роботі розглянуто теоретичні основи параметричного ризик-орієнтованого підходу до контролю якості та надійності деталей автомобілів. Обґрунтовано доцільність параметричного опису стану деталей і виділення критичних параметрів. Показано багатофакторний характер процесів деградації та роль поверхневого шару у формуванні відмов. Запропоновано інтеграцію параметричного і ризик-орієнтованого підходів для підвищення точності діагностики та прогнозування ресурсу.*

***Ключові слова:*** *якість, надійність, деталі автомобілів, параметричний підхід, ризик-орієнтований підхід, неруйнівний контроль, технічна діагностика.*

*The paper considers the theoretical foundations of a parametric risk-based approach to quality control and reliability of automotive parts. The feasibility of a parametric description of part condition and identification of critical parameters is substantiated. The multifactor nature of degradation processes and the role of the surface layer in failure formation are shown. Integration of parametric and risk-based approaches is proposed to improve diagnostic accuracy and service life prediction.*

***Keywords:*** *quality, reliability, automotive parts, parametric approach, risk-based approach, non-destructive testing, technical diagnostics.*

Забезпечення якості та надійності деталей автомобілів є одним із визначальних чинників безпечної та ефективної експлуатації транспортних засобів. У сучасних умовах розвитку автомобільного транспорту спостерігається стійка тенденція до ускладнення конструкцій транспортних засобів, широкого впровадження нових матеріалів і підвищення рівня експлуатаційних навантажень. Це зумовлює необхідність підвищення вимог до технічного стану конструктивних елементів автомобілів, оскільки навіть незначні відхилення їх параметрів можуть призводити до розвитку деградаційних процесів і виникнення відмов.

Надійність деталей автомобілів формується під впливом складної взаємодії матеріалознавчих, технологічних і експлуатаційних чинників. Дефекти, що виникають на стадіях виготовлення, зокрема мікропори, включення, структурні неоднорідності та залишкові напруження, у процесі експлуатації можуть виступати концентраторами напружень і ініціювати процеси втомного руйнування. У поєднанні з дією змінних навантажень, температурних коливань і трибологічних процесів це призводить до поступового накопичення пошкоджень і зниження ресурсу деталей.

Особливу роль у формуванні експлуатаційної надійності відіграє поверхневий шар матеріалу, який безпосередньо взаємодіє із зовнішнім середовищем. Саме у приповерхневих зонах відбувається зародження більшості дефектів, що визначають довговічність деталей. Зміна фізико-механічних властивостей поверхневого шару, викликана процесами зношування, мікропластичної деформації та структурних перетворень, суттєво впливає на розвиток деградаційних процесів.

Суттєвою проблемою сучасного етапу є також поширення контрафактних автомобільних деталей, які не відповідають встановленим вимогам якості. Використання таких компонентів призводить до підвищення ймовірності відмов, особливо у критичних системах автомобіля, що безпосередньо впливають на безпеку дорожнього руху. Це обумовлює необхідність розроблення нових підходів до контролю якості, здатних забезпечити виявлення не лише явних, але й прихованих дефектів.

Сучасні методи неруйнівного контролю є важливим інструментом оцінювання технічного стану деталей, однак їх можливості щодо діагностики ранніх стадій деградації залишаються обмеженими. Традиційні методи орієнтовані переважно на виявлення вже сформованих дефектів, що не дозволяє своєчасно прогнозувати розвиток пошкоджень. У зв’язку з цим актуальним є розвиток підходів, що базуються на аналізі параметрів стану матеріалу та їх змін у процесі експлуатації, а також використанні сучасних методів структурного моніторингу.

У роботі розглянуто параметричний підхід до контролю якості та надійності деталей автомобілів, який передбачає опис їх технічного стану за допомогою системи кількісних параметрів. У межах цього підходу деталь розглядається як складна багатопараметрична система, що характеризується сукупністю матеріалознавчих, геометричних, технологічних та експлуатаційних характеристик. Такий підхід дозволяє перейти від якісного аналізу до кількісного оцінювання стану деталей і створює передумови для використання математичних моделей прогнозування їх поведінки.

Одним із ключових елементів параметричного підходу є визначення критичних параметрів, зміна яких суттєво впливає на надійність деталі або призводить до ініціювання процесів руйнування. Для різних груп деталей такими параметрами можуть виступати твердість, залишкові напруження, шорсткість поверхні, параметри режиму мащення, температурні характеристики та інші показники. Виділення критичних параметрів дозволяє обґрунтовано формувати програми контролю та підвищувати ефективність діагностики.

Процеси дефектоутворення мають багаторівневий характер і включають стадії зародження мікродефектів, їх накопичення та подальший розвиток до макроскопічного руйнування. Втомне руйнування є одним із основних механізмів відмов і характеризується кумулятивним характером. При цьому швидкість розвитку дефектів визначається як зовнішніми навантаженнями, так і внутрішніми параметрами матеріалу, зокрема його структурою та напруженим станом.

Ризик-орієнтований підхід передбачає оцінювання технічного стану деталі з урахуванням імовірності її відмови та тяжкості можливих наслідків. Такий підхід дозволяє враховувати не лише фізичний стан деталі, але й її функціональну значущість у системі. Це особливо важливо для елементів, відмова яких може призвести до серйозних наслідків для безпеки експлуатації транспортних засобів.

Інтеграція параметричного та ризик-орієнтованого підходів дозволяє сформувати узагальнену модель контролю якості та надійності деталей автомобілів. У межах цієї моделі параметри визначають поточний стан деталі, ризик оцінює критичність цього стану, а аналіз зміни параметрів у часі дозволяє прогнозувати розвиток деградаційних процесів. Це забезпечує перехід від статичного контролю до динамічного управління технічним станом.

Запропонований підхід створює теоретичне підґрунтя для побудови систем технічної діагностики нового покоління, які базуються на принципах інтеграції даних, прогнозування та цифровізації. Його використання дозволяє підвищити точність діагностики, оптимізувати процеси технічного обслуговування, знизити ймовірність відмов і підвищити рівень безпеки експлуатації автомобільного транспорту.

Таким чином, параметричний ризик-орієнтований підхід є перспективним напрямом розвитку систем контролю якості та надійності деталей автомобілів, що забезпечує комплексне врахування багатофакторної природи процесів їх деградації та підвищує ефективність управління технічним станом транспортних засобів.

*БЕГЕРСЬКИЙ Дмитро Богданович – к.т.н., доцент кафедри механічної інженерії та автомобільного транспорту Державного університету «Житомирська політехніка». E-mail: begerskiy@gmail.com*