

ПРОГНОЗУВАННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ДИЗЕЛІВ

Довговічність трибосистем дизелів залежить від швидкості накопичення дефектів в матеріалі, а процес накопичення дефектів є випадковим. Тому, вибір матеріалів і технології виготовлення чи модифікації елементів трибосистем дизелів спеціального самохідного рухомого складу залізниць є найголовнішим етапом на якому закладається випадковість прояву їх довговічності

У роботі, на основі кінетичної концепції руйнування матеріалів трибосистем дизелів отримано модель для прогнозування їх довговічності

Ключові слова: довговічність, дизелі, трибосистеми, концепція руйнування

Долговечность трибосистем дизелей зависит от скорости накопления дефектов в материале, а процесс накопления дефектов является случайным. Поэтому, выбор материалов и технологии изготовления или модификации элементов трибосистем дизелей специального самоходного подвижного состава железных дорог является самым главным этапом, на котором закладывается случайность проявления их долговечности

В работе, на основе кинетической концепции разрушения материалов трибосистем дизелей получена модель для прогнозирования их долговечности

Ключевые слова: долговечность, дизели, трибосистемы, концепция разрушения

Longevity of tribosystem diesels relies on speed of accumulation of defects in material, and the process of accumulation of defects is accidental. Therefore, the choice of materials and technologies of making or modification of elements of tribosystem diesels of the special self-propelled mobile composition of railways is the most main stage which the chance of display of their longevity is mortgaged on.

In work, on the basis of kinetic conception of destruction of materials of tribosystem diesels a model for prognostication of their longevity is got

Keywords: longevity, diesels, tribosystems, conception of destruction

Д. М. Барановський
Кандидат технічних наук, доцент
Кафедра транспортних технологій
Кременчуцький державний університет
імені Михайла Остроградського
Контактний тел.: 095-253-20-73
E-mail: denisbaranovskiy@mail.ru

1. Вступ

Обсяги виробництва і насичення його технікою є важливим фактором технічного прогресу і динаміки розвитку залізничної та автомобільної галузі. В цьому

випадку [1, 2], важливо мати в наявності якісні і, в необхідній кількості, дизелі для забезпечення ефективного використання спеціального самохідного рухомого складу ССРС та автомобільного транспорту (АТ) з експлуатаційною реалізацією їх можливостей.

У процесі експлуатації дизелі ССРС та АТ підлягають впливу багаточисельних внутрішніх і зовнішніх факторів, які сприяють змінам, що обумовлюють зниження чи втрату ними працездатності [3]. Оскільки пошкодження окремих частин дизелів, за природою, випадкові, то випадковими є і технічні впливи для підтримання їх стану на належному рівні. Ці питання входять у проблему надійності машин. Головний показник рівня надійності – це економія часу і визначення оптимального обсягу технічних впливів для підтримання працездатності машин, що і забезпечить належний рівень їх безвідмовності.

Підвищення довговічності дизелів вимагає значних економічних затрат, які впливають на загальну ефективність технологічних процесів. Це обумовлює розв'язання трьох груп задач, які пов'язані з вибором параметрів довговічності дизелів пов'язаних з їх функціями і умовами експлуатації:

- у межах досягнутого технічного прогресу створюється техніка, якісні властивості якої визначаються нормативними документами;

- з урахуванням форм використання дизелів, умов їх роботи необхідно провести організацію технічного обслуговування та ремонту;

- розв'язується проблема забезпечення високого рівня безвідмовності з метою визначення необхідного рівня надійності, що забезпечує економічну експлуатацію техніки.

Проблема підвищення довговічності дизелів ССРС залізниця та АТ є актуальною, оскільки єдине рішення цієї проблеми ще не обґрунтовано.

2. Мета роботи

Прогнозування довговічності дизелів на основі кінетичної концепції руйнування матеріалів.

3. Аналіз попередніх досліджень

Всі фактори, що визначають безвідмовність і довговічність дизелів, можна розділити на три групи [4]:

- міцнісні властивості, зносостійкість і корозійна стійкість елементів трибосистем (ТС);

- експлуатаційні фактори;

- рівень організації технічного впливу на технічний стан.

Згідно дослідження [5] довговічність різноманітних матеріалів деталей машин описується рівнянням:

$$\tau = \tau_0 \exp\left(\frac{U_0 - \gamma\sigma}{kT}\right), \quad (1)$$

де τ_0 , U_0 і γ – параметри, що характеризують міцнісні властивості, енергію активації та коефіцієнт чутливості матеріалів елементів ТС дизелів;

σ – прикладене напруження до елементів ТС;

T – абсолютна температура;

k – стала Больцмана.

Коефіцієнт чутливості γ характеризує різноманітні внутрішні фізико-хімічні процеси в матеріалах елементів ТС дизелів: дифузія в об'ємі матеріалу і поверхневих шарах, накопичення і переміщення точ-

кових дефектів і дислокацій; руйнування міжатомних зв'язків в металах і сплавах, руйнування хімічних зв'язків, ланцюгів, макромолекул включень; дія поверхнево-активних речовин (ПАР). Цей коефіцієнт змінюється із зміною міцності одного й того ж матеріалу: чим більша міцність, тим менша γ .

4. Результати досліджень

Оскільки довговічність деталей дизелів залежить від швидкості накопичення дефектів в матеріалі, а процес накопичення дефектів є випадковим, то і довговічність розподіляється за визначеним імовірнісним законом.

Із кінетичної концепції руйнування матеріалів [5] відомо, що в навантаженій деталі ТС, з часом накопичуються дефекти, в результаті чого відбуваються незворотні зміни, що приводять до руйнування. Подібна закономірність накопичення пошкоджень зберігається як при постійних, так і при змінних значеннях напруження.

Сумарний стохастичний вплив дефектів в матеріалі і навантаження відображено у фізико-математичному підході трактування міцності Б.С. Сотськова [4], згідно якого імовірність виникнення відмов під впливом руйнуючих сил будь-якої природи, подається величиною:

$$q = \int_0^t \frac{\partial q}{\partial t} dt = \int_0^t \frac{\partial q}{\partial(\Delta\Pi)} \cdot \frac{\partial(\Delta\Pi)}{dt}, \quad (2)$$

а інтенсивність відмов

$$\lambda(t) = \frac{\partial P}{\partial t} \cdot \frac{1}{P} = \frac{\partial q}{\partial t} \cdot \frac{1}{P}. \quad (3)$$

При $P \rightarrow 1$

$$\lambda = \frac{\partial q}{\partial t} = \frac{\partial q}{\partial(\Delta\Pi)} \cdot \frac{\partial(\Delta\Pi)}{dt}. \quad (4)$$

У виразах (2-4) $\Delta\Pi$ – запас міцності; $\frac{\partial(\Delta\Pi)}{dt}$ – швидкість зміни запасу міцності в результаті накопичення дефектів в об'ємі і на поверхні елементу ТС під впливом фізико-хімічних процесів; $\frac{\partial q}{\partial(\Delta\Pi)}$ – визначає імовірнісні міцнісні характеристики матеріалів (співвідношення навантаження і міцності елементу ТС).

Із виразів (2-4) випливає, що якщо співвідношення навантаження і міцності не обумовлює відмов, то λ характеризує зміну міцності внаслідок тільки внутрішніх процесів (старіння матеріалу), а в умовах гранично повільних внутрішніх процесів основну роль відіграють навантажувально-міцнісні особливості. В умовах експлуатації деталей проявляються обидва фактори.

На рис. 1 [5] наведено схему руйнування елементів ТС, на якій навантаження $S_p(t)$ представлено у вигляді нормального стаціонарного процесу, а міцність $S_m(t)$ – у вигляді випадкової функції, що монотонно спадає під впливом накопичення дефектів матеріалів. Якщо криві, що відображають зазначені характеристики мають загальну область, то при цьому міцність перевищує діючі навантаження.

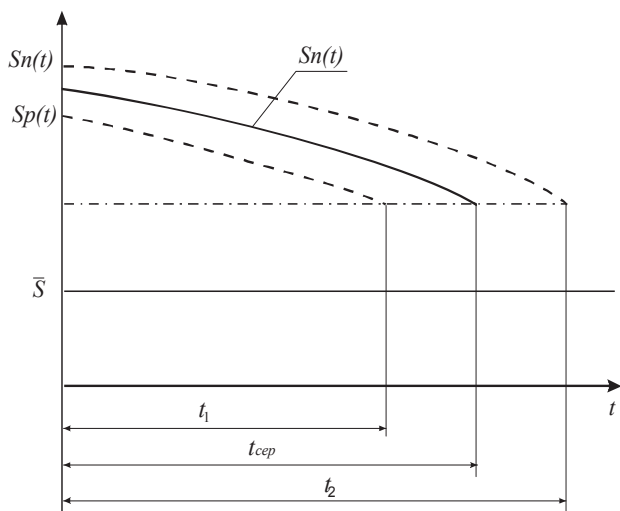


Рис. 1. Схема руйнування елемента ТС дизелів

На основі приведеної схеми руйнування можна спрогнозувати граничну довговічність ТС дизелів:

$$t_{гр} = \sum_{i=1}^n \bar{t}_i \pm \sum_{i=1}^n k_{ci} \sigma_{ci} + \sum_{i=1}^n n t_{pi} \quad (5)$$

де \bar{t}_i – середня тривалість безвідмовної роботи ТС дизелів до повного відновлення технічного стану при проведенні технічного обслуговування та ремонту;

k_{ci} – довірчий коефіцієнт, який залежить від області застосування дизелів і закону розподілу його ресурсу на i -му життєвому циклі дизелів;

σ_{ci} – середнє квадратичне відхилення на i -му життєвому циклі;

t_{pi} – напрацювання між роботами технічного обслуговування та ремонту на i -му життєвому циклі дизелів;

n – кількість технічних обслуговувань та ремонтів.

Для менш відповідальних ТС дизелів, прогнозуючим критерієм є середнє напрацювання на відмову, яке враховує час необхідний на виконання певного виду робіт при відмові чи при проведенні технічного обслуговування та ремонту, а також ймовірність безвідмовної роботи на будь-якому життєвому циклі дизелів.

6. Висновки

Таким чином вибір матеріалів і технології виготовлення чи модифікації елементів ТС дизелів ССРС та АТ – це найголовніший етап на якому закладається випадковість прояву їх довговічності.

На основі кінетичної концепції руйнування матеріалів ТС дизелів отримано модель для прогнозування їх довговічності.

Література

1. Барановський Д.М. Проблема довговічності дизелів засобів транспорту // Вісник КДПУ імені Михайла Остроградського. – 2009. – Вип. 5/2009 (58) ч. 1. – С. 96-99.
2. Сухарев Э.А. Эксплуатационная надежность машин. Теория, методология, моделирование: Учебное пособие. – Ровно, НУВХП, 2006. – 192 с.
3. Барановський Д.М. Загальний підхід до оцінки та прогнозування ресурсу дизелів засобів транспорту // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2009. – №4/10(40). – С. 49-52.
4. Канарчук В.Е. Долговечность и износ двигателей при динамических режимах работы. – К.: Наукова думка, 1978. – 256 с.
5. Когаев В.П., Гадалина И.В. Суммирование усталостных повреждений при вероятностных расчетах долговечности // Вестник машиностроения, 1989. – №7. – С. 3-7.