

УДК 621.43-2.004

А.А. Дудніков, проф., О.І. Біловод, доц., О.В. Канівець, інж., В.В. Дудник, інж.
Полтавська державна аграрна академія

Роль теорії надійності у підвищенні якості машин

Дано аналіз основних напрямків теорії надійності у підвищенні довговічності та надійності машин.

методи прогнозування, статистичний аналіз, критерії надійності, нормативний розрахунок

Методологічні питання теорії надійності машин і складальних одиниць можуть бути віднесені до фундаментальних оскільки зачіпають методи розрахунку і експлуатації механічних систем.

Відомі наступні традиційні напрямки теорії надійності машин: статистичний аналіз навантажень, дій та механічних властивостей матеріалів; обґрунтування вибору розрахункових навантажень при обробці; методологія призначення коефіцієнта готовності і коефіцієнта технічного використання та ін.

До нових напрямків слід віднести такі як: методологія оцінки надійності та залишкового терміну служби технічного об'єкта з метою прийняття рішень про його подальшу експлуатацію; методи прогнозування надійності з широким використанням статистичного обчислювального експерименту; методи попередньої оцінки безпеки об'єкта по відношенню до різних дій; урахування людського фактора в розрахунках на надійність машин та їх складальних одиниць.

Успішний розвиток нових напрямків не можливий без широкого використання методів теорії випадкових процесів, методів статистичного аналізу часових рядів, досягнень сучасної інформатики та обчислювальної математики, а також сучасних методів механіки при вирішенні проблем надійності.

Прогнозування надійності вимагає максимального наближення розрахункових схем до реальних об'єктів та умов їх експлуатації, що дозволить вивчати поведінку об'єктів при різних діях, які задані за допомогою ймовірнісних моделей.

Одним із шляхів суттєвого підвищення надійності є широке застосування засобів технічної діагностики, що дозволяють відстежувати технічний стан об'єкта, попереджувати відмови, що наближаються, вибирати оптимальні плани технічного обслуговування і ремонту.

Один із напрямків перспективних фундаментальних досліджень, тісно пов'язаних з теорією надійності, – це теорія оптимізації, метою якої є призначення оптимальних режимів виготовлення, відновлення та експлуатації об'єктів.

Оптимізація параметрів і режимів може розглядатися як ймовірна модифікація критерію найменшої вартості $C(a)$ або критерію максимальної надійності $P(a)$.

Так, при проектуванні методу відновлення деталі ми маємо можливість розпоряджатися певним набором технологічних параметрів: формою, розмірами, матеріалом, його структурою тощо. Вектор конструктивних параметрів позначений через a , а область його допустимих значень – через A . В якості цільової функції $C(a)$ візьмемо її вартість. Критерій для знаходження вектора конструктивних параметрів a має вигляд:

$$C(a) \rightarrow \min; \quad P(a) \geq P_{\min}; \quad a \in A, \quad (1)$$

де P_{min} – мінімально допустиме значення показника надійності.
Значення критерію максимальної надійності можна записати:

$$P(a) \rightarrow \max_a; \quad C(a) \leq C_{max}; \quad a \in A, \quad (2)$$

де C_{max} – максимально допустиме значення вартості.

При обліку фактора часу (витрати з профілактикою відмов, ремонтом і відновленням) надійність (її значення) стає функцією часу, тобто функціоналом від ймовірності безвідмовної роботи $P(t)$:

$$C_o(a) - \int_0^{T_H} C_1(a, \tau) P(a, \tau) d\tau \rightarrow \min_a, \quad (3)$$

$$P(a, \tau) \geq P_{max}(\tau); \quad a \in A; \quad \tau \in [0; T_H], \quad (4)$$

де T_H – нормативний ресурс (строк служби);

$C_1(a, \tau)$ – інтенсивність функції втрат.

Слід враховувати, що прогнозований оптимальний термін експлуатації або ресурс змінюється від одного спостереження до іншого. За стабільних умов експлуатації уточнюють прогноз моменту зупинки в міру накопичення результатів вимірювань [1].

У випадку, якщо відбудеться непередбачена зміна умов навантаження, погіршення стану об'єкта тощо, то включена в загальний алгоритм ідентифікація стану і параметрів об'єкта дозволить врахувати ці явища при видачі рекомендацій.

На основі проведеного аналізу можна зробити висновок, що методи теорії надійності не тільки дозволяють пояснити нормативні навантаження і коефіцієнти запасу, а й відкривають перспективи для створення більш сучасних норм. Подальший розвиток цих методів дозволить робити якісні та кількісні висновки про закономірності, що лежать в основі нормальних розрахунків. Крім того, методи теорії надійності дають теоретичну основу для правильної постановки, збирання та обробки статистичних даних, що відносяться до навантажень, характеристик матеріалу та іншим розрахунковим параметрам.

Однак, не можна надавати зазначеним методам абсолютного значення і протиставляти ймовірно-статистичні методи. За своїм призначенням машини і системи машин повинні володіти високим ступенем надійності. Настання граничного стану машин, що працюють в нормальних умовах, не можна розглядати як масову подію. При цьому при використанні ймовірнісно-статистичних методів доводиться вдаватися до недостатньо обґрунтованої екстраполяції розподілів в області малих ймовірностей [2].

Слід зазначити, що імовірнісне описання умов експлуатації машин під навантаженням є більш повним, ніж детерміністичне, але тим не менше, все ж таки, залишається теоретичною схемою. Деякі технічні та експлуатаційні фактори доводиться виключати з розгляду: умовний характер розрахункових схем, людські помилки і людський фактор в цілому, який вносить великий вклад в надійність технічних об'єктів. Аналіз, проведений в ряді країн, показав, що у 80-90% випадків причинами аварій ставали людські помилки [3].

Методи теорії ймовірностей і надійності, безумовно, залишаються в перспективі досить корисним засобом теоретичного пояснення, дослідження і вдосконалення нормативних методів розрахунку. Відзначаючи їх роль для дослідження та уточненого розрахунку, слід відмітити, що нормативні методи розрахунку за своєю формою повинні все-таки залишатися детерміністичними. Відповідні розрахункові величини і

нормативні коефіцієнти повинні призначатися і корегуватися, в першу чергу, на основі досвіду складання та експлуатації.

Застосування методів теорії надійності для розрахунку машин вимагає збільшення кількості інформації про зовнішній вплив і матеріали. Це дасть можливість робити більш достовірні висновки про їх надійність та довговічність.

Одним із найважливіших завдань, яке дозволить впровадити елементи теорії надійності машин у практику, є створення математичного забезпечення для комплексного вирішення проблеми надійності.

Іншим перспективним напрямком може бути розробка методів статистичного чисельного моделювання. Для того, щоб скоротити витрати машинного часу з мінімальними втратами достовірності результатів, слід використовувати спеціальні прийоми: генерування найбільш значних вибірок, обробка результатів методами зваженого оцінювання. Вони успішно застосовуються за кордоном, зокрема, при числовій реалізації методів типу FORM і SORM.

Список літератури

1. Вентцель Е.С. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения / Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. – М.: Наука, 1991. – 384 с.
2. Боровков А.А. Теория вероятности. – М.: Наука, 1986. – 432 с.
3. Болотин В.В. Ресурс машин и конструкций. – М.: Машиностроение, 1990. – 448 с.

А. Дудников, А. Беловод, А. Канивец, В. Дудник

Роль теории надежности в повышении качества машин

Дан анализ основных направлений теории надежности в повышении долговечности и надежности машин.

A. Dudnikov, A. Belovod, A. Kanivets, V. Dudnik

The role of theory in improving the reliability of machines

The analysis of the main directions of reliability theory to improve durability and reliability of machines.

Одержано 05.09.11