

Надійність — вимога сучасної епохи

Надійність і якість

Найчастіше про надійність продукції згадують, коли йдеться про її якість. Чи тотожні ці поняття, а якщо ні, то який між ними взаємозв'язок? Що таке якість?

Під *Якістю продукції* Розуміють сукупність властивостей, що визначають ступінь її придатності для використання за призначенням.

Складність проблеми якості полягає в тому, що вона є комплексною: технічною, економічною і соціальною.

Стосовно автомобілів, будівельно-дорожніх та інших машин усі показники якості можна умовно поділити на сім основних груп:

Призначення,

Технологічні,

Надійності,

Патентно-правові,

Стандартизації,

Ергономічні,

Естетичні.

Для того щоб оцінити якість будь-якої машини повністю, треба знати не лише показники потужності, продуктивності, швидкості та інші, а й здатність її якнайдовше зберігати ці показники під час роботи.

Надійність — обов'язкова властивість будь-якого виробу. Проте сама по собі надійність ще не означає високої якості виробу. Машина може бути дуже надійна, але мати досить низькі технічні характеристики.

З іншого боку, якщо машина не має потрібної надійності, то всі її технічні дані та решта показників втрачають своє практичне значення, бо вони не можуть бути використані.

Отже, надійність є особливою, найголовнішою властивістю технічних виробів, яка визначає їхню якість.

Надійність і кількість

Проблема надійності не нова. Однак виникає запитання, чому ця проблема постала з особливою гостротою лише 20-30 років тому? Для того щоб відповісти на це запитання, треба порівняти сучасну техніку з технікою недалекого минулого.

Звичайна електронна лампа, наприклад, містить 60...90 деталей, електролічний — 300, автомобіль «Москвич» — 10 тис, а будь-яка будівельна машина — десятки тисяч.

Недротяний опір — проста деталь, однак для її виготовлення використовують дев'ять видів різних матеріалів: кераміку, латунь, емаль, абразивне нарізне каміння та ін. Виготовлення кожного опору містить дванадцять технологічних операцій і будь-яка з них може вплинути на його надійність. У лічильно-аналітичній машині таких опорів майже 600 тис. Тобто кількість факторів, що можуть вплинути на надійність машини, без урахування надійності інших деталей, становить:  $600\,000 \times 9 \times 12 = 64\,800\,000$ , тобто майже 65 млн. Однак це фактори, пов'язані лише з виготовленням опорів, а при одержанні вихідних матеріалів на якість їх також впливають різноманітні фактори. Крім того, додаткові фактори виникають при монтажі цих елементів. У машині десятки тисяч інших деталей і в кожній з них «вкладено» по кілька таких причин. Отже, йдеться про мільярди причин, що впливають на надійність виробів.

Надійність будь-якого технічного виробу залежить не лише від якості використовуваних у ній елементів, а й від їх кількості. Зі збільшенням кількості складових елементів, тобто зі збільшенням складності виробу, надійність (за інших однакових умов) знижується.

Надійність, розміри й маса

Велике значення для надійності машини поряд із кількістю деталей в її конструкції мають їхні розміри і маса.

Збільшуючи габаритні розміри та масу виробу, конструктор може закласти майже необмежений запас міцності. На практиці маса сучасних машин неухильно зменшується. Питома маса будівельних екскаваторів за останні 25 років знизилася з 50 до 25 т на їм<sup>3</sup> місткості ковша, тобто в два рази, а з появою гідравлічного привода — ще в 1,5 рази.

Відносна маса використовуваних кращих двигунів внутрішнього згоряння у 1900 р. становила приблизно 250 кг/кВт, у 1913 р. — 150, у 1931 р. — 60, у 1954 р. — 10,5, у 1955 р. — 3,2, сучасного літака — 1,0...1,3 кг/кВт (сучасного дизеля — 4...5 кг/кВт).

Однак у цьому разі збільшувалась кількість елементів, щільність їх компоновки і, отже, ставало ще важче забезпечувати їхню високу надійність.

### Надійність і швидкість

З 1906 по 1959 р. рекордні швидкості літаків зросли більше ніж у 60 разів — з 40 до 2500 км/год, а за останні роки — до 3 000 км/год, тобто перевищили швидкість звуку. А швидкість космічних кораблів і ракет досягла майже 40 000 км/год.

Проте зі збільшенням швидкостей проблема виготовлення машин, апаратів і приладів, що мають високу надійність, стає дедалі актуальнішою. Це стосується і будівельно-дорожніх машин (БДМ), особливо на базі автомобілів.

### Надійність і точність

Коли І. І. Ползунов (1728— 1766) конструював свою першу парову машину, він

Вимірював зазори екатерининським п'ятаком — завтовшки 5 мм. А зараз існують прецизійні пари, оброблені з точністю до 0,2...0,3 мкм. Підвищення точності обробки деталей в окремих випадках може дати суттєві результати. Так, аби отвори розпилювачів форсунок сучасних двигунів вдалося зробити з точністю до 0,1 мкм, то це дало б змогу збільшити моторесурс дизеля в 2...3 рази.

Проте варто лише при виготовленні підшипника помилитися на кілька мікрометрів, як він швидко виходить з ладу. Точність атомних (еталонних) годинників така, що за 1000 років вони допускають похибку  $\pm 1$  с.

Отже, зі збільшенням точності обробки елементів виробів надійність підвищується. Проте для того щоб виготовити подібні елементи, потрібно мати досить надійне обладнання, тобто надійність і точність мають зворотні зв'язки.

## Автоматизація й надійність

Особливого значення набуває проблема надійності при широкому впровадженні автоматизації. Це стосується й сучасних машин. Сучасне виробництво характеризується автоматизацією як окремих верстатів і машин (наприклад, бульдозерів, автогрейдерів), так і комплексною автоматизацією керування виробництвом у цілому.

Наукові дослідження стають дедалі складнішими і трудомісткішими. Вони потребують тисячі експериментів, перевірки та оцінки можливих варіантів розв'язання, а без ЕОМ такі дослідження сьогодні неможливі.

Так, якщо англійському математикові В. Шенксу для обчислення числа  $\pi$  до 707 знака потрібно було 15 років, то визначення цього числа на ЕОМ з точністю до 2048 знаків тривало менше доби й водночас машина виправила помилки, допущені В. Шенксом.

Проте все-таки низька надійність технічних засобів може звести нанівець усі переваги автоматики.

## Ціна надійності

Крокуючий екскаватор з місткістю ковша 25 м замінює працю 30 тис. робітників.

Втім, є речі, які взагалі не можна зіставити. Наприклад, відмова автоблокування на залізниці чи автоматики, що регулює хід процесу в ядерному реакторі (досить згадати Чорнобильську катастрофу).

Чим складніша й досконаліша сучасна техніка, чим відповідальніші виконувані нею функції, чим більше підвищує вона продуктивність праці, тим вища і ціна її надійності. А часто надійність взагалі не підлягає економічній оцінці.

## Надійність та економіка

Три періоди існування машин – проектування, виготовлення та експлуатація – пов'язані з певними витратами: на проектування й виготовлення та, нарешті, на вартість експлуатації. Справді, для того щоб машина працювала справно протягом усього терміну служби, треба здійснювати технічне обслуговування та своєчасний ремонт. Витрати на експлуатацію машин значно перебільшують витрати на їх виготовлення.

*Структура трудових затрат* На весь термін експлуатації вантажного автомобіля визначається таким співвідношенням, %: виготовлення — 1,4; капітальний ремонт— 7,2; технічне обслуговування і поточний ремонт — 91,4. Отже, в сфері ремонту будівельних машин зайнято більше робітників, ніж працює на виробництві цих машин.

Витрати металу на ремонт за повний термін служби машини наближаються до маси самої машини, а вартість усіх заходів щодо підтримання машини в працездатному стані в середньому за той самий період у 10...20 разів перевищує вартість самої машини. Для екскаватора Э-652 ці витрати в 17 разів більші, для виробництва вантажних автомобілів — у 20...30 разів, а для тракторів «Беларусь» — у 60 разів.

За повний термін служби екскаватора Э-652 на всі види ремонту витрачається 12 т литва, 5,5 т прокату, 0,4 т кольорових металів.

Зараз більше однієї третини верстатів усього верстатного парку та кожний четвертий робітник зайняті ремонтом. На ремонт тракторів витрачається майже в 4 рази більше виробничих потужностей, ніж на випуск нових.

Ось далеко не повний перелік витрат на експлуатацію машин. Адже все це значною мірою є наслідком недостатньої надійності техніки, що випускається.

Витрати населення, що купує потрібні побутові вироби, визначаються не лише його

Добавил(a) Administrator

21.11.11 21:20 - Последнее обновление 21.11.11 22:50

---

купівельною ціною, а й значною мірою залежать від надійності цих виробів. Чим надійніші машини і прилади, тим менше витрачається коштів на їх ремонт та придбання запасних частин.

Таким чином, підвищення надійності техніки є величезним резервом розвитку економіки, важливою умовою справжнього підвищення продуктивності.

Підвищення надійності техніки — це те саме, що й збільшення І виробництва цих виробів без будь-яких додаткових капіталовкладень.

Теоретична база науки про надійність

Як прикладна галузь знань наука про надійність базується на фундаментальних математичних та природничих науках. Тут використовуються теорія ймовірностей, фізико-хімічна механіка, в тому числі теорія тертя та зношування, розділи динаміки та міцності машин, залучаються ідеї автоматичного регулювання та кібернетики, розвиваються положення теорії технологічних процесів і діагностики.

Особливе значення для науки надійності має питання про застосування математичного апарата та залучення вже розроблених або створених на запити практики нових методів, що дають змогу оцінити та прогнозувати надійність виробів і складних систем.

*Математичні методи теорії надійності* Дістали досить широкого розвитку і надають інженеріві широких можливостей для розв'язання різноманітних завдань на практиці. Так, на основі теорії ймовірностей та математичної статистики, а також суміжних з ними дисциплін створені й розробляються спеціальні методи розрахунку, які пов'язані з основними аспектами проблеми надійності виробів. Однак, як справедливо зазначав академік Б. В. Гнеденко, математика є лише засобом дослідження та розрахунку, це — інструмент, ефективність використання якого залежить від ступеня відповідності його можливостей поставленому завданню, він мусить враховувати специфіку виникнення та усунення відмов.

В основі досліджень має бути інженерна проблема, і для її розв'язання слід залучати науковий апарат, який найбільше відповідає природі виробу, що вивчається.

Головним є вивчення тих процесів, які призводять до зміни початкових показників якості машин та їхніх елементів. Ці процеси, підпорядковуючись певним фізичним закономірностям, мають стохастичну природу, вступають у різноманітні взаємодії і виявляють складний зв'язок із зміною вихідних параметрів виробу. Розкриття цих зв'язків можливе на основі функціональних залежностей із залученням теорії ймовірностей та теорії випадкових процесів, методів оптимізації, теорії інформації, математичної логіки та інших розділів математики.

Отже, для науки про надійність машин характерним є поєднання імовірнісних методів, оцінки процесів зміни параметрів якості з виявленням детермінованих закономірностей процесів старіння та руйнування, а також оцінка виробництва машин і таких методів експлуатації, що визначають їхню працездатність. Її завдання — дати методи розрахунку машин та їхніх елементів, зумовити забезпечення потрібних показників надійності. При цьому має бути враховано імовірнісну природу процесів руйнування матеріалів виробу.

Теоретичною основою науки про надійність є результати досліджень природничих наук, що вивчають фізико-хімічні процеси руйнування, старіння та зміни властивостей матеріалів, з яких виготовлені машини чи які потрібні для їхнього функціонування (паливо, олива, мастило, робоча рідина тощо). З огляду на надійність вивчення зміни, що відбуваються в матеріалах та їхніх поверхових шарах, дістали назву фізики відмов.

*Фізика відмов* Вивчає необоротні процеси, що призводять до втрати матеріалами своїх початкових властивостей при експлуатації виробів. Часові закономірності фізики відмов є базою для розв'язання основних завдань надійності.

Слід відповісти насамперед на два пов'язаних між собою запитання.

По-перше, чи є втрата машиною з часом своїх початкових характеристик обов'язковим процесом? Іншими словами, чи не краще створити абсолютно надійні машини, ніж вивчати їхню надійність?



По-друге, які філософські категорії та закономірності визначають аспект проблеми надійності?

Будь-яка машина, в тому числі й будівельна, виконуючи певні функції, перебуває у взаємодії і з середовищем, і з людиною, що керує цією машиною. При цьому виникають різноманітні причинно-наслідкові зв'язки як форма виявлення загального універсального зв'язку явищ у природі. Накопичення якості різноманітної дії на машину призводить до еволюції її якісних показників і, згідно із законами діалектики, до можливості переходу в інший якісний стан. Тому зміни, що відбуваються в машині під час її експлуатації, є закономірним проявом важливої невід'ємної властивості всіх матеріальних об'єктів руху в його філософському розумінні, бо нічого незмінного в природі немає.

Ми можемо сповільнити небажані для нас зміни, зробити так, аби відхилення якісних показників машини траплялося протягом потрібного часу в допустимих межах, але усунути їх повністю не можна.

На машину діють усі види енергії: механічна, теплова, хімічна, електромагнітна, що зумовлюють у неї необоротні зміни.

Машину не можна ізолювати від впливу середовища, в якому вона діє, від впливу процесів, що відбуваються в ній самій при здійсненні робочих функцій, від дії залишкових напружень, які є наслідком технологічних процесів, що застосовуються при виготовленні машин.

У філософському розумінні *Якість* — це невід'ємна від об'єкта сукупність ознак, які виражають його специфіку та відмінність від інших об'єктів чи явищ. Проте, оскільки використання будь-якої машини за призначенням відбувається протягом певного, як правило, тривалого періоду часу, то під дією різноманітних факторів можуть змінюватися властивості, що визначають її якість. Тому надійність, що вивчає зміну показників якості з часом, є немовби динамікою якості, розгорткою в часі. При цьому кількісне накопичення необоротних процесів у машині приводить до якісних змін параметрів, що відбуваються в процесі експлуатації і підпорядковуються закону переходу кількості в якість.