

УДК 655.3.022.1

**МЕТОДИКА ЗБОРУ ТА ОБРОБКИ  
ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ ІНФОРМАЦІЇ  
ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ  
НАДІЙНОСТІ ПОЛІГРАФІЧНИХ МАШИН**

© **В. О. Кохановський**, ст. викладач, НТУУ «КПІ», Київ, Україна

**Наведені методика и порядок сбора и обработки данных для определения показателей оценки надежности полиграфической техники.**

**The method of collecting and data processing on basis of operational information for determination of reliability indexes of printing machines are introduced.**

**Постановка проблеми**

Найбільш повно специфіку функціонування поліграфічного обладнання відображає саме експлуатаційна інформація. Регламентованість збору та достовірність обробки такої інформації безпосередньо впливає на процес проектування, виробництва та експлуатації поліграфічних машин, вносячи до нього корективи із умови створення виробів з необхідними показниками надійності. Визначення шляхів та порядку збору і обробки даних про типові відмови поліграфічних машин, про терміни служби окремих деталей і вузлів та трудомісткості їх ремонту, дасть можливість отримати достовірну інформацію про фактичну надійність обладнання.

**Мета роботи**

Розробка методики та порядку збору відомостей та шляхів визначення показників експлуатаційної надійності поліграфічних машин, що дозволить оцінювати методи і умови робо-

ти, ремонту і технічного обслуговування поліграфічних машин, правильність організації процесу експлуатації техніки.

**Результати проведеного дослідження**

Для кількісної оцінки рівня надійності обладнання, яке експлуатується на підприємствах, широко застосовують спостереження за обладнанням в умовах безпосереднього виробництва продукції.

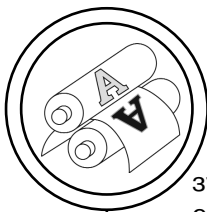
Збір експлуатаційної інформації виконують у такій послідовності:

— Формулюють мету та задачі збору експлуатаційної інформації.

— Обґрунтовують та вибирають показники надійності.

— Формулюють вимоги до експлуатаційної інформації (з точки зору належності її до однієї генеральної сукупності).

— Вибирають метод та визначають мінімальний обсяг інформації (іноді — тривалість збору інформації). Під вибором методу збору інформації ро-



зуміємо вибір плану проведення спостереження.

— Вибирають зони спостереження та встановлюють обладнання під спостереження.

— Розділяють обладнання на системні складові одиниці та деталі залежно від задач випробувань.

— Встановлюють періодичність збору інформації.

— Розробляють первинні документи для збору інформації.

— Контролюють повноту та вірогідність інформації.

— Накопичують інформацію в формах накопичування.

Як джерело інформації використовуються дані технологічних і звітних документів підрозділів, що здійснюють технічне обслуговування і ремонт техніки, акти порушень і відмов обладнання, а також інформація, отримана за допомогою автоматизованих систем управління на виробництві. В якості первинної форми обліку при оцінці надійності виробів застосовуються журнали напрацювань, пошкоджень і відмов. У даний журнал повинні заноситися відомості про режими і інші умови експлуатації виробів, про напрацювання з початку експлуатації до кожної відмови, опис характеру відмови, час її усунення [1]. Крім того, встановлено єдиний для всіх галузей машинобудування зведений перелік видів відмов і оцінок показників надійності виробів [2]. Однак слід відмітити, що у зв'язку з швидкими темпами децентралізації підприємств галузі, викликаної корінними змінами, що почалися в нашій країні в кінці минулого століття, на більшості сучасних під-

приємств практично не ведеться систематична робота по збору та обробці подібної інформації.

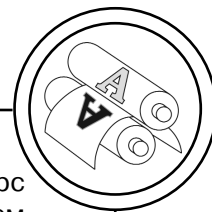
Для кількісної оцінки надійності машин використовують стандартизовані показники, які розраховуються на основі інформації зібраної зі сфери експлуатації поліграфічної техніки [3, 4]. Під надійністю розуміють властивості технічної системи зберігати в часі у встановлених межах всі параметри, що забезпечують виконання необхідних функцій у заданих умовах експлуатації. Надійність є комплексним показником і, залежно від призначення об'єкта та умов його застосування може включати такі властивості як *безвідмовність, довговічність, ремонтпридатність і збереженість* [5, 6]. В поліграфічній промисловості, як правило, обмежуються розглядом тільки перших трьох властивостей [7].

Безвідмовність — одна із основних властивостей надійності виробу. Вона включає, згідно ГОСТ 27002-89 [6], чотири показники: ймовірність безвідмовної роботи, гамма-відсоткове напрацювання до відмови, середнє напрацювання на відмову, параметр потоку відмов.

Ймовірність безвідмовної роботи  $P(t)$  — це ймовірність того, що в межах заданого напрацювання відмова виробу не виникне. Напрацювання виробу — інтервал часу від 0 до  $t_0$ .  $F(t)$  — функція розподілу напрацювання на відмову:

$$P(t \geq t_0) = 1 - F(t). \quad (1)$$

Гамма-відсоткове напрацювання до відмови, є аргументом  $P(t)$  — це напрацювання, протя-



гом якого відмова не виникне з ймовірністю  $g$ , вираженою у відсотках:

$$t_\gamma = t \text{ при } \lambda = P(t) \% \quad (2)$$

Середнє напрацювання на відмову, визначається статистично,  $T_0$  — це напрацювання, що приходить в середньому на одну відмову в даному інтервалі сумарного напрацювання або певного календарного часу експлуатації:

$$T_0 = \frac{t_\Sigma}{r} \quad (3)$$

Параметр потоку відмов — це відношення середнього числа відмов відновлюваного виробу за довільно мале його напрацювання до значення цього напрацювання:

$$\omega(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{M[r(t + \Delta t)] - M[r(t)]}{\Delta t}, \quad (4)$$

де  $M$  — символ математичного очікування;  $r(t)$  — число відмов за час  $t$ .

Наступна група показників надійності — показники довговічності, які включають середній ресурс виробу, гамма-відсотковий ресурс, призначений ресурс.

Довговічність — властивість виробу зберігати працездатний стан до настання граничного стану при встановленій системі технічного обслуговування і ремонту.

Середній ресурс  $T_p$  — математичне очікування ресурсу виробу. Визначається аналогічно напрацюванню на відмову, лише  $r$  — число ресурсних відмов виробу:

$$T_p = \frac{t_\Sigma}{r} \quad (5)$$

Гамма-відсотковий ресурс  $T_{p\gamma}$  — напрацювання, протягом якого виріб не досягає граничного стану із заданою ймовірністю  $\gamma$ , вираженою у відсотках.

Призначений ресурс  $T_{pn}$  — сумарне напрацювання виробу, досягнувши якого застосування виробу за призначенням повинно бути припинено.

Третя група — показники ремонтпридатності: вірогідність відновлення працездатного стану  $P(t_b)$ ; середній час відновлення працездатного стану  $T_b$ .

Звичайно, працездатний стан можна відновити практично в будь-якому разі, тому при розрахунку  $P(t_b)$  реальне  $t_b$  порівнюють із заданим  $t_3$ ,  $P(t_b \leq t_3)$ :

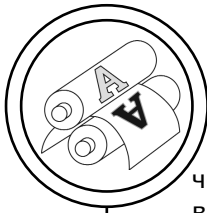
$$T_b = \frac{1}{r} \sum_{i=1}^r (t_{bi}), \quad (6)$$

де  $r$  — число відмов, наслідки яких усунені;  $t_{bi}$  — час відновлення працездатного стану після  $i$ -ї відмови.

Всі розглянуті вище показники одиничні, тобто характеризують яку-небудь одну властивість надійності і застосовуються як для системи в цілому, так і для її складових частин.

Також, для оцінки надійності складних технічних систем застосовують комплексні показники [7, 8] (коефіцієнт готовності, коефіцієнт технічного використання тощо), які характеризують не менше двох компонентів надійності.

Залежно від характеру розв'язуваної задачі надійність устаткування може бути визна-



чена на підставі даних про відмови в процесі його експлуатації або при випробовуваннях на надійність.

Випробування на надійність поділяють на визначальні, контрольні та факторні [9]. Основним завданням контрольних випробувань є отримання інформації про відповідність фактичних і необхідних значень показників надійності. Завдання вирішується з певним ризиком прийняти неправильне рішення у зв'язку з малим обсягом випробувань. Завданням визначальних випробувань є отримання інформації про значення показників надійності із заданою точністю і достовірністю. На відміну від контрольних визначальні випробування тривають досить довго. Факторні випробування відносять до спеціальних випробувань, завданням яких є виявлення факторів конструктивного, технологічного та експлуатаційного характеру, що впливають на значення показників надійності технічної системи. В процесі випробувань на надійність реєструються проміжки часу роботи машин між відмовами, тривалість відновлення після відмов.

Поняття відмови і відновлення є найважливішими категоріями в теорії надійності. Під відмовою розуміють подію, що полягає в порушенні працездатного стану об'єкта, а під відновленням процес переведення об'єкта назад в працездатний стан [10]. На практиці частіше використовуються терміни-синоніми поломка й ремонт.

Оскільки значення показників надійності мають імовір-

нісну природу, при їх оцінці використовуються статистичні методи. Статистичними прийнято називати випробування, засновані на використанні вибіркової процедури і моделей математичної статистики [11]. Застосування вибіркової процедури при випробуваннях на надійність базується на використанні закону великих чисел [9], який записується у вигляді:

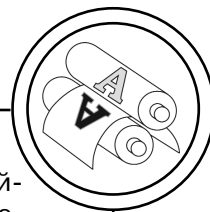
$$P\{R_H < R < R_B\} = \gamma, \quad (7)$$

де  $R$  — невідоме справжнє значення показника надійності,  $R_H$  і  $R_B$  — відповідно нижня і верхня межі показника  $R$ ,  $\gamma$  — довірна ймовірність статистичної оцінки.

На першому етапі обробки результатів спостереження статистичні дані групуються у варіаційні ряди і на їх основі будуються графіки розподілу часу безвідмовної роботи (напрацювання на відмову) і часу відновлення для кожного виду обладнання та групи відмов.

На другому етапі результати обробки статистичних даних, зібраних в процесі експлуатації поліграфічної техніки, групуються по виду обладнання, по власливості надійності, яку вони характеризують (безвідмовність, ремонтпридатність і т. д.) і по видам відмов (технологічні та технічні).

Технологічні відмови виникають при недостатньо відлагодженому технологічному процесі, а також при розрегулюванні системи управління цим процесом і відрізняються частим виникненням і швидким часом відновлення (проблеми з



проведенням задрукуваного матеріалу через машину і т. п.), технічні відмови, навпаки, відбуваються відносно рідко, але вимагають досить довгого часу на їх усунення (поломки механічних вузлів, вихід з ладу електричних пристроїв і т. ін.).

Технічні відмови, в свою чергу, розділяються по типу пристрою, який відмовив, на дві групи: відмови механічних або електричних частин. До першої групи відмов відносяться виходи з ладу обладнання з причин поломок механічних, пневматичних, гідравлічних пристроїв і деталей машин. Відмови другої групи пов'язанні з втратою працездатності електричних і електронних пристроїв у складі поліграфічних машин.

На підставі аналізу зібраної експлуатаційної інформації у цеху офсетних друкарських машин відмови цього типу обладнання розподілилися наведеним в табл. чином.

Інформація про технічні відмови отримується із журналів обліку поломок машин протягом одного календарного року. Дані про технологічні відмови збираються в процесі спостереження за роботою машин протягом кількох місяців.

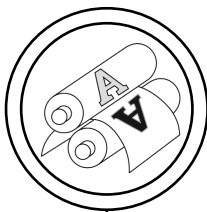
Отримана статистична інформація при подальшій її обробці і використанні при математичному моделюванні дозволяє виявити закономірності як

окремих властивостей надійності та ефективності використання поліграфічного обладнання, так і його загальної функціональності.

### Висновки

Інформація зі сфери експлуатації є каналом зворотного зв'язку, на основі якої розраховуються показники надійності обладнання. Тому, визначення показників оцінки надійності по методиці регламентованого порядку збору експлуатаційної інформації та обробки статистичних даних, є важливою умовою при вирішенні комплексних завдань, що стоять при розробці та експлуатації таких складних технічних систем як автоматизовані поліграфічні машини, а саме: розробка раціональної системи технічного обслуговування; визначення номенклатури та норм витрат запасних частин в період експлуатації, обслуговування та ремонту обладнання; визначення норм трудоемності на технічне обслуговування та ремонт; визначення технічної ефективності та економічної доцільності подальшої експлуатації обладнання; виявлення найменш надійних деталей та складових одиниць, які лімітують надійність обладнання в цілому; виявлення характерних для обладнання причин виникнення відмов та пошкоджень та ін.

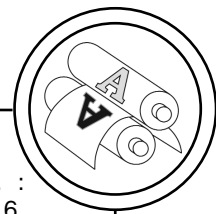
1. Методические указания. Надежность в технике. Обработка информации о надежности изделий в эксплуатации. Основные положения. РД 50-204-87. — Введ. 01.07.88. — М. : Государственный комитет СССР по стандартам, 1987. — 9 с. 2. Методические указания. Надежность в технике. Общие правила классификации отказов и предельных состояний: РД 50-699-90. — Введ. 01.01.92. — М. : Госкомитет СССР по управлению



### Основні причини відмов у роботі офсетних друкарських машин

Тип вузла (деталі)	Причина відмови	Зовнішні ознаки відмови
Механічний (виконавчі механізми, зубчасті колеса, підшипники, кулачки, пневмо- та гідроприсрої т. ін.)	Зношеність внаслідок тертя. Зношеність внаслідок підвищених тисків. Руйнування від втомленості матеріалу. Дефекти при виготовленні. Руйнування під впливом корозії. Порушення герметичності вузла. Порушення з'єднання деталей. Відмови трубопроводів. Відмова фільтрів.	Зміна розмірів, форм і стану поверхні деталей; втрата кінематичної точності механізмів. Нерівномірний розподіл навантажень внаслідок перекосів і деформацій контактуючих поверхонь; заїдання контактуючих поверхонь; задирки, вириви на поверхні деталей. Поява тріщин, сколів, викришування на поверхні. Включення, раковини, розшарування, дефекти механічної обробки. Зміна фізико-хімічних властивостей матеріалів під дією технологічних матеріалів (фарба, зволожувальний розчин та ін.), атмосферних умов. Втрата точності позиціювання механізму. Зміна робочого ходу та навантажень у вузлі. Забруднення робочої рідини. Зменшення продуктивності та якості продукції.
Електричні та електронні пристрої	Пробої обмоток збудження у електродвигунах. Зношеність контактної системи. Утворення струмоне-провідних плівок на поверхні контактів електричної апаратури. Перевищення допустимих температурних показників струмоведучих частин. Втрата властивостей напівпровідникових елементів електронної апаратури.	Порушення електропровідності. Іскріння. Утворення на контактних поверхнях продуктів горіння. Шум і вібрація. Відмова приладів керування.

качеством продукции и стандартам, 1991. — 8 с. 3. ДСТУ 2862-94. Надійність техніки. Методи розрахунку показників надійності. Загальні вимоги. — [чинний від 08.12.1994]. — К. : Держстандарт України, 1995. — 84 с. — (Національні стандарти України). 4. ДСТУ 9004-95. Надійність техніки. Методи оцінки показників надійності за експериментальними даними. — [чинний від 01.06.1995]. — К. : Держстандарт України, 1995. — 68 с. — (Національні стандарти України). 5. ДСТУ 2860-94. Надійність



техніки. Терміни та визначення. — [чинний від 07.09.1994]. — К. : Держстандарт України, 1995. — 28 с. — (Національні стандарти України). 6. ГОСТ 27.002-89. Межгосударственный стандарт. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения. [Действующий от 01.05.1990]. — М. : Межгосударственный стандарт, 1989. — 27 с. 7. Есин Б. И. Техническое обслуживание и ремонт полиграфического оборудования. Ч. 1 : Учеб. Пособие / Б. И. Есин. — М. : Изд-во МПИ «Мир книги», 1993. — 104 с. 8. Бобров В. И. Надежность технических систем : Учеб. Пособие / В. И. Бобров. — М. : МГУП, 2004. — 236 с. 9. Волков П. Н. Надежность полиграфического оборудования. Испытания на надежность. Учеб. Пособие / П. Н. Волков, В. И. Тимофеев. — М. : МПИ, 1987. 10. Решетов Д. Н. Надежность машин / под ред. Д. Н. Решетова. — М. : Высш. шк., 1988. 11. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика : Учеб. Пособие / В. Е. Гмурман. — М. : Высшая школа, 1977.

1. Metodicheskie ukazaniya. Nadezhnost' v tehnikе. Obrabotka informacii o nadezhnosti izdelij v jekspluatacii. Osnovnye polozhennja. RD 50-204-87. — Vved. 01.07.88. — М. : Gosudarstvennyj komitet SSSR po standartam, 1987. — 9 s. 2. Metodicheskie ukazaniya. Nadezhnost' v tehnikе. Obshhie pravila klassifikacii otkazov i predel'nyh sostojanij: RD 50-699-90. — Vved. 01.01.92. — М. : Goskomitet SSSR po upravleniju kachestvom produkcii i standartam, 1991. — 8 s. 3. DSTU 2862-94. Nadiinist tekhniky. Metody rozrakhunku pokaznykiv nadiinosti. Zahalni vymohy. — [chynnyi vid 08.12.1994]. — К. : Derzhstandart Ukrainy, 1995. — 84 s. — (Natsionalni standarty Ukrainy). 4. DSTU 9004-95. Nadiinist tekhniky. Metody otsinky pokaznykiv nadiinosti za eksperymentalnymy danymy. — [chynnyi vid 01.06.1995]. — К. : Derzhstandart Ukrainy, 1995. — 68 s. — (Natsionalni standarty Ukrainy). 5. DSTU 2860-94. Nadiinist tekhniky. Terminy ta vyznachennja. — [chynnyi vid 07.09.1994]. — К. : Derzhstandart Ukrainy, 1995. — 28 s. — (Natsionalni standarty Ukrainy). 6. ГОСТ 27.002-89. Mezhgosudarstvennyj standart. Nadezhnost' v tehnikе. Osnovnye ponjatija. Terminy i opredelenija. [Dejstvujushhij ot 01.05.1990]. — М. : Mezhgosudarstvennyj standart, 1989. — 27 s. 7. Esin B. I. Tehnicheskoe obsluzhivanie i remont poligraficheskogo oborudovanija. Ch. 1 : Ucheb. Posobie / B. I. Esin. — М. : Izd-vo MPI «Mir knigi», 1993. — 104 s. 8. Bobrov V. I. Nadezhnost' tehniceskikh sistem : Ucheb. Posobie / V. I. Bobrov. — М. : MGUP, 2004. — 236 s. 9. Volkov P. N. Nadezhnost' poligraficheskogo oborudovanija. Ispytaniya na nadezhnost'. Ucheb. Posobie / P. N. Volkov, V. I. Timofeev. — М. : MPI, 1987. 10. Reshetov D. N. Nadezhnost' mashin / pod red. D. N. Reshetova. — М. : Vyssh. shk., 1988. 11. Gmurman V. E. Teorija verojatnostej i matematicheskaja statistika : Ucheb. Posobie / V. E. Gmurman. — М. : Vysshaja shkola, 1977.

Рецензент — В. Г. Кушик, к.т.н.,  
доцент, НТУУ «КПІ»

Надійшла до редакції 29.09.13