

УДК 631.354.2.076

Бойко А.І., ** Бондаренко О.В.

**РЕЗЕРВУВАННЯ ЯК ЕФЕКТИВНИЙ МЕТОД ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
НАДІЙНОСТІ СКЛАДНОЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ**

Національний університет біоресурсів і природокористування України

***Миколаївський національний аграрний університет*

Миколаїв, вул. Крилова 17 а, 54038

U.D.C. 631.354.2.076

Boyko A., **Bondarenko O.

**RESERVATION AS AN EFFECTIVE METHOD OF ENSURING THE
RELIABILITY OF COMPLEX AGRICULTURAL MACHINERY**

National University of Bioresources and Environmental Sciences of Ukraine

***Nikolaev National Agrarian University, Nikolaev, Krilova St. 17a, 54038*

В даній доповіді розглянуто шляхи підвищення надійності складної сільськогосподарської техніки шляхом резервування її складових систем

Ключові слова: техніка, надійність, резервування

In this report examined ways to improve the reliability of complex agricultural equipment by reserving its component systems

Keywords: technic, reliability, redundancy

Введення. Ускладнення сільськогосподарської техніки і надання їй багатофункціональності при знижені енергоємності виконуючих операцій ставить нові вимоги до забезпечення необхідного рівня надійності машин.

Для механічних систем, якими в основному і є агрегатні вузли сільськогосподарських машин, підвищення рівня надійності може досягатися двома шляхами. Перший з них пов'язаний з підвищенням показників надійності складових (деталей) систем. Цей напрямок реалізований в основному при

пошуку і впровадження нових більш міцних, зносостійких і корозійностійких матеріалів, методів і технологій зміцнення.

Другий шлях передбачає структурні зміни в конструктивних рішеннях тих чи інших вузлів і агрегатів. Нажаль, цей перспективний напрямок ще не отримав достатнього поширення в механічних системах в тому числі і сільськогосподарських машинах. Причин тут декілька. По-перше, структурні зміни передбачають введення додаткових елементів не вкрай необхідних для виконання функціонального призначення системою. По-друге, структурне резервування потребує нових рішень в побудові конструкцій, що в свою чергу веде до нетрадиційного іншого підходу до розробки машин з необхідністю використання аналізу їх потенційної надійності на стадії проектування.

В напрямку структурного резервування як ненавантаженого (пасивного) так і навантаженого (активного) для механічних систем зроблено ще дуже мало. Кожен з цих видів резервувань має свої переваги і недоліки.

В поняття пасивного резервування слід включити необхідність введення в технічну систему визначеної номенклатури і кількість деталей нормуємих в запасні частини, ресурс яких менший за загальний ресурс машин. До цього виду резервування також відносяться різні можливі регулювання, що передбачуються в конструкціях машин і обумовлені зношуванням деталей, вібрацією і зміною їх взаємного розташування, при припрацюванні, переточуванні тощо.

Таким чином, необхідність пасивного резервування продиктована природнім процесом експлуатації і втратою роботоздатності агрегатів і вузлів в наслідок проявлення тих чи інших видів пошкоджень.

Сільськогосподарська техніка в основі своїй відноситься до механічних відновлюємих систем. Періоди її роботи змінюються періодами відновлень при пошкодженні або розрегулюванні тих чи інших деталей і вузлів.

Відновлення нормального функціонування машин залежить не тільки від конструктивно передбаченої їх ремонтпридатності і наявності запасних елементів, але також від технічного оснащення, використання передових

методів діагностування і кваліфікації персоналу бази ремонту і технічного обслуговування. Таким чином підтримка машин у роботоздатному стані є комплексне завдання, вирішення якого залежить не тільки від конструкцій машин, але також і від стану сфери ремонту і технічного обслуговування.

В представленому зв'язку техніка і сфера її обслуговування може розглядатися як цілісна єдина система, ефективне функціонування якої є необхідною умовою досягнення заданого рівня надійності машин.

В реальній експлуатації машини завжди старіють. Фізично це обумовлено процесами зношування, втомленості, корозії, забивання тощо. Протікання цих процесів неминуче приводить до зниження рівня роботоздатності, який може бути охарактеризований величиною інтенсивностей відмов.

В той же час ремонтно-обслуговуюча база технічного сервісу машин може знаходитись в різних можливих станах від зменшення потенціалу і можливостей (старіння) до розвитку обумовленого впровадженням новітніх технологій і методик технічного обслуговування і ремонту.

Для комплексної оцінки стану і тенденцій змін в загальному рівні забезпечення надійної роботи машин, особливо сезонного призначення, необхідно розглянути цілісну систему "машина – технічне обслуговування" в динаміці проявлення їх характеристик.

Одною з поширених ситуацій еволюції розвитку розглядуємої системи можуть бути події, коли при загальному природному старінні техніки ремонтна обслуговуюча база залишається на певному досягнутому рівні. Тоді в умовах наявності пасивних резервувачів окремих вузлів і деталей, граф станів і переходів такої системи представляється слідуючою схемою (рис. 1).

Система починає роботу з роботоздатного стану "00", поки основний елемент що включений в роботу, так і додатковий резервний є справними. В процесі експлуатації навантажений включений елемент може відмовити і тоді система переходить в стан "10". Він характеризується тим, що перший (основний) елемент відмовив, а другий (резервний) справний і вся система залишається роботоздатною. Однак такий перехід можливий через проміжний

стан "0'0", який штучно вводиться в опис системи, як фіктивний для спрощення вирішення завдання математичної формалізації функціонування системи коли інтенсивності її переходів із стану в стан є величинами змінними. [1].

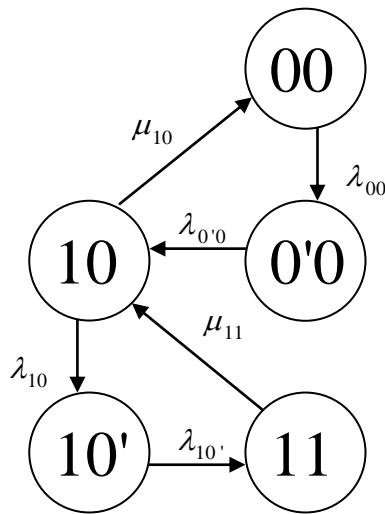


Рис. 1 Граф станів і переходів системи при пасивному резервуванні, старіючій техніці і незмінному рівні сфери технічного обслуговування.

Із стану "10", коли система може працювати тільки на резервному елементі вона перейде в стан повної відмови "11", через другий проміжний стан "10'".

В результаті дій по відновленню елементів, система з нероботоздатного стану "11" переходить в роботоздатний "10" при відновленні одного з елементів, або в повністю роботоздатний початковий "00" при відновленні обох елементів (основного і резервного).

На розміченому графі (рис. 1) стрілками показані можливі переходи, які відбуваються з інтенсивностями λ_i і μ_i . Причому λ_i – характеристики є інтенсивностями відмов, а μ_i – характеристики є інтенсивностями відновлень.

Таким чином система при пасивному резервуванні має два роботоздатних стани "00" і "10" і один нероботоздатний "11", що характеризує її відмову.

Навантажене резервування на сьогодні ще не знайшло широкого використання в механічних технічних системах. Найбільше прикладів його ефективного застосування можна знайти в радіоелектроніці, комп'ютерній техніці, електротехніці, системах автоматики [2, 3]. Ще більше прикладів активного резервування представляють біологічні системи, де проблеми

надійності перетворюються в еволюційні проблеми виживання і розвитку того чи іншого виду.

Проведенню досліджень по виявленню впливу поступового старіння техніки на її надійності при застосуванні активного резервування можливо шляхом системного аналізу при моделюванні процесів переходів досліджуємої системи в різні можливі стани і виявлення ймовірностей знаходження її в тому чи іншому стані.

Графічний опис поведінки дубльованої системи з навантаженим резервом може бути представлено слідуючим розміченим графом (рис. 2)

Як видно з рисунку граф має достатньо розвинуту структуру. В ньому міститься шість станів об'єднаних відповідними зв'язками переходів системи із стану в стан.

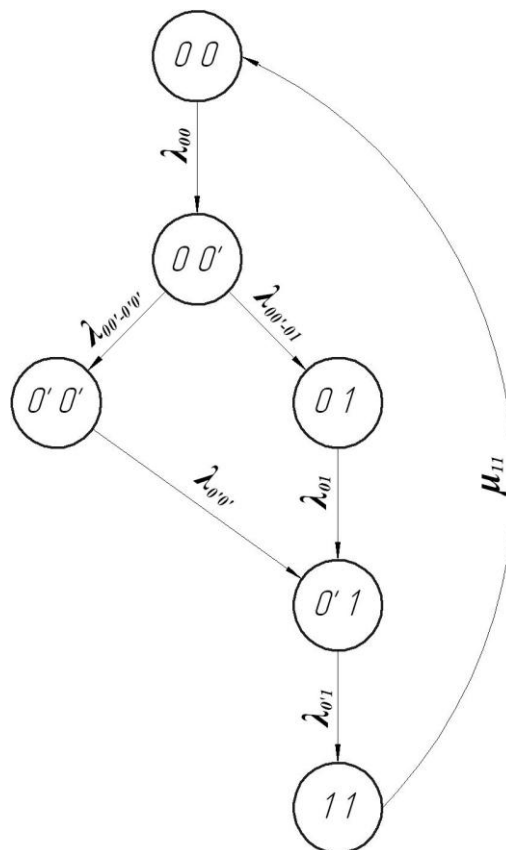


Рис. 2. Розмічений граф станів і переходів системи при активному навантаженому резервуванні, старіючій техніці і незмінному рівні сфери технічного обслуговування

Робота системи починається з положення «00», що відповідає роботоздатному стану системи, коли обидва елементи (основний і резервний)

знаходяться в справному початковому положенні. В даному випадку паралельного з'єднання рівнозначних елементів при активному резервуванні немає різниці між основним і дублюючим елементами, які рівноправні і рівнозначні для підтримки загальної надійності системи. Допустимо, що після включення в роботу при поступовому старінні навантажений основний елемент системи накопичує пошкодження і вся система переходить в проміжний стан «00'». З цього положення може бути два напрямки розвитку подій. Або, продовжуючи роботу у встановленому режимі, система переходить в стан, коли навантажений (працюючий) елемент відмовляє «01», або в роботу більш підключається і навантажується резервний елемент, який в наслідок накопичувальних процесів пошкоджень переводить систему в стан «0'0'». З цього стану, як і із стану «01», система при продовженні експлуатації в будь-якому випадку переходить в стан «0'1», який характеризується відмовою одного з елементів і накопиченим пошкодженням у іншого. Таке положення попереджує про можливу повну відмову системи, коли відмовлять як основний, так і резервний елементи. Дана ситуація описується станом «11», виходом з якої може бути тільки відновлення системи при її технічному обслуговуванні або ремонті з переводом в початковий повністю роботоздатний стан «00 ».

Характерним для даної системи з активним резервуванням, наявності старіння техніки і прийнятій незмінній базі технічного обслуговування є висока її «живучість» незважаючи на постійне накопичення пошкоджень. Це означає, що при певному правильно вибраному рівні надійності системи, вона може залишатися роботоздатною на протязі довгого часу експлуатації. Тому особливістю відображення на графі є те, що єдиним положенням, коли система втрачає роботоздатність є стан «11». Решта можливих станів вказує на роботоздатність системи. Однак доцільно зауважити, що виявлені роботоздатні стани не рівноцінні по запасу надійності, а може і по функціональним їх можливостям. В останньому, все залежить від конкретного конструктивного рішення системи і її призначення.

Висновки. Таким чином, без перебільшень можна стверджувати, що для досягнення необхідного рівня надійності технічних систем, особливо складних, слід більше уваги приділити структурним засобам резервування.

Проблема ефективного використання резервувачів набуває особливої актуальності при аналізі відмов техніки з урахуванням реальних умов її використання. Крім того, визначення динаміки зміни показників надійності в залежності від стану бази технічного обслуговування машин має на сьогодні велике практичне значення.

Література

1. Ушаков И.А. Надежность технических систем. Справочник / И.А. Ушаков. – М.: Радио и связь, 1985. – 606 с.
2. Азарсков В.Н. Надежность систем управления и автоматики. Учебное пособие / Азарсков В.Н., Стрельников В.П. – К.: НАУ, 2004. – 164с.
3. Волкович В.Л. Модели и методы оптимизации надежности сложных систем / Волкович В.Л., Волошин А.Ф., Заславский В.А., Ушаков И.А. – К.: Наукова думка, 1993. – 311с.

References:

1. Ushakov I. Technical reliability systems. Directory / I. Ushakov. - M.: Radio and Communications, 1985. - 606 p.
2. Azarskov V. Reliability of systems management and automation. Textbook / Azarskova V, Strelnikov V. - K.: NAU, 2004. – 164 p.
3. Volkovich V. Models and methods for reliability optimization of complex systems / Volkovich V., Voloshin A., Zaslavsky V., Ushakov I. - Kiev: Naukova Dumka, 1993. – 311 p.