

УДК 631.354.004.15

## ШЛЯХИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН ТА ЇХ КОМПЛЕКСІВ ЯК СКЛАДНИХ СИСТЕМ

*Бойко А.І., д.т.н., проф., Мороз М.М., к.т.н., доц.*

*Кременчуцький державний політехнічний університет*

*імені Михайла Остроградського*

*39614, Полтавська обл., м. Кременчук, вул. Першотравнева, 20*

*E-mail: [tt@polytech.poltava.ua](mailto:tt@polytech.poltava.ua)*

Показано, что надежность сельскохозяйственных машин обеспечивается мероприятиями, которые заключаются в разделении системы, определении показателей надежности элементов и общей оценке надежности состояния системы.

**Ключевые слова:** система, подсистема, вероятность состояния, показатели надежности.

In given clause is shown, that reliability of agricultural machines is provided with measures, which consist in division of system, definition of reliability parameters of elements and general reliability estimation of a system condition.

**Key words:** system, subsystem, probability of a condition, reliability parameters.

**Вступ.** Упровадження новітніх технологій сучасного сільськогосподарського виробництва, а також постійне ускладнення сільськогосподарської техніки є природним результатом її розвитку. Удосконалення машин спрямовано, насамперед, на інтенсифікацію технологічних процесів, підвищення продуктивності і якості їх виконання. Для реалізації передових технологій виникає необхідність розробки складних багатоопераційних робочих органів, а також об'єднання машин в окремі комплекси (системи точного землеробства, кормоцехи тощо).

**Аналіз попередніх досліджень.** Тенденція підвищення якості і надійності машин, що випускаються, обумовлена також тими економічними перетвореннями, які привнесені переходом до ринкових відносин [1]. Сучасні сільськогосподарські машини, як і інша техніка взагалі, повинні відповідати умовам конкурентоспроможності на вільному ринку вітчизняних і зарубіжних машин.

Таким чином складається ряд технічних і економічних передумов необхідності змін відносно рівня якості і надійності сільськогосподарських машин, що випускаються. Ринкова економіка породжує корінну зміну ідеології виробництва і експлуатації сільськогосподарської техніки на користь випуску меншої кількості, але більш якісних машин [2].

**Мета роботи.** Визначити шляхи забезпечення надійності сільськогосподарської техніки як складної системи.

**Матеріал і результати дослідження.** Складна сільськогосподарська техніка характеризується великою кількістю показників оцінки її функціонування. Причому показники надійності займають тим важливіше місце, чим складніша система.

Відомо, що основною структурною схемою надійності механічних систем є послідовне з'єднання їх елементів або підсистем. При формуванні незалежних відносин це викликає зниження рівня надійності складної системи в цілому. Таким чином, ускладнення машин без введення додаткових спеці-

альних заходів призводить до зниження рівня надійності систем.

Заходами з підвищення надійності складних сільськогосподарських машин чи їх комплексів можуть бути конструкторсько-технологічні, що спрямовані на збільшення ймовірності безвідмовної роботи і наробітку на відмову окремих елементів (деталей). Як правило, це пов'язано із закладенням у конструкцію запасу міцності чи зношування деталей, а також використанням кращих матеріалів або ефективних методів зміцнення поверхонь тертя. Безумовно, матеріальні і економічні затрати при цьому зростають, що підвищує собівартість машин.

Іншим ефективним напрямом забезпечення надійності складних машин і систем слід вважати побудову їх раціональної структури, яка б включала не тільки сам виріб, але також елементи пасивного і активного резервування. Таким чином виникає достатньо непроста наукова задача оптимізації пошуку найкращої структури систем і їх параметрів згідно критеріїв надійності.

У цьому напрямку інші галузі машино- і приладобудування мають відповідні напрацювання реалізовані в конкретних виробках і їх комплексах. Особливо це стосується електроніки, де схемні рішення і елементна база допускають більш гнучку реалізацію різних видів резервування.

Механічні системи більш консервативні стосовно забезпечення надійності і удосконалення структури вибору. Але вони також, як правило, допускають можливу різноманітність рішень.

Структурний аналіз надійності базується на раціональній диференціації системи на окремі підсистеми і елементи. Як підсистеми розглядаються функціонально закінчені складові загальної системи, що виконують окрему задану функцію.

Кількісна оцінка надійності систем передбачає побудову відповідних математичних моделей – моделей надійності. Модель призначена відображати основні властивості системи стосовно її надійності.

Для складних технічних систем більш прийнятні моделі, що описуються в термінах відмов. Тоді модель повинна відображати вплив відмови окремого елемента або підсистеми на всю систему в цілому.

Розробка систем з урахуванням необхідного рівня надійності передбачає:

- обґрунтування рівня надійності (показників надійності). Для цього необхідно вирішити питання основної структури системи і принципів її побудови;

- побудова системи з необхідним рівнем надійності. Аналізуються можливі способи досягнення поставленого рівня надійності і на підставі цього вибираються найбільш ефективні методи її досягнення;

- кінцеві розрахунки надійності з метою перевірки отриманих результатів.

Таким чином, структурний аналіз є початковим етапом при розробці нової техніки і визначає основні елементи системи, взаємозв'язок між ними, що, в свою чергу, надає системі притаманні їй ознаки. Результатом структурного аналізу є визначення множини можливих несумісних станів, яка включає працездатні і непрацездатні.

На сільськогосподарському рівні розробок структура механічних систем складної сільськогосподарської техніки і комплексів машин для рослинництва і тваринництва багато в чому визначається тільки її функціональним призначенням. Сучасна сільськогосподарська техніка, як правило, не відрізняється складністю внутрішньої структури. З позицій надійності в першому приближенні структуру зводять до основної схеми надійності – послідовного з'єднання елементів. При цьому, на стадії проектування не закладаються елементи структурної надійності як наслідок попереднього розрахунку на надійність. І навіть в питаннях пасивного резервування, коли мова йде про необхідність раціонального нормування запасних частин, відсутній необхідний аналіз і обґрунтування забезпечення рівня надійності загальної системи.

При такому підході основні варіації структур можуть знаходитись в елементах пасивного резервування, і в деяких окремих випадках конструкція може допускати активне резервування.

У загальному випадку послідовність оцінки і розрахунку рівня надійності існуючих систем зводиться до наступних етапів:

- виявляються умови експлуатації і рівень навантаження системи;

- вводяться показники кількісної оцінки, що характеризують роботу системи;

- складна система розкладається на окремі підсистеми і елементи, функціонально пов'язані між собою;

- складається функціональна схема систем;

- встановлюються показники надійності елементів і підсистем. Виявляються ймовірності їх станів у довільний момент часу роботи;

- встановлюються ймовірності станів всієї системи залежно від станів окремих елементів і підсистем;

- проводиться загальна оцінка показників надійності всіх можливих станів системи.

Виконання приведених етапів відкриває можливість дослідження і аналізу ймовірності станів систем, переходів їх з одного стану в інший у зв'язку з частковою (параметричною) або повною втратою працездатності. Це пов'язано з формуванням послідовних або раптових відмов.

Моделювання надійності в умовах перехідних процесів представляє складнощі математичної їх формалізації. Але неврахування змін характеристик надійності протягом часу експлуатації виробу чи в динамічних режимах навантажень дією зовнішніх факторів вносить відповідні неточності і неадекватність опису втрати працездатності.

Частково це може бути враховано І-характеристикою надійності – інтенсивністю відмов. Хоча вона і не розкриває фізику формування відмов, все ж може бути використана при математичній формалізації вирішення задачі пошуку оптимальної структури системи.

Таким чином, аналіз і визначення змін І-характеристик у реальних умовах експлуатації займає особливе місце в дослідженні надійності складних технічних систем.

Існують спроби характеризувати складну сільськогосподарську техніку як системи з позицій надійності, що, в кращому випадку, зводяться до побудови моделей типу "все або нічого", тобто вона працездатна або непрацездатна (відмовила). Такі моделі не враховують процес формування параметричної втрати надійності при проявленні поступових відмов.

**Висновки.** Ґрунтуючись на статистичних закономірностях втрати роботоздатності складної сільськогосподарської техніки, аналізу ймовірностей стану окремих підсистем і елементів, відкривається можливість побудови моделей надійності з достатньою точністю адекватно описуючих поведінку систем. На підставі цього формуються напрямки підвищення надійності за рахунок збільшення ймовірності безвідмовної роботи окремих елементів, оптимізації структур систем за критеріями надійності, а також виявлення ймовірностей стану підсистем з метою введення елементів активного резервування.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Бойко А.И., Смирнов Р.Г., Мороз Н.Н. Проблемы надежности зерноуборочной техники // Вісник Харківського національного технічного університету імені Петра Василенка. Вип. 46. – Харків, 2006. – С. 55 – 58.

2. Как поступить, если у Вашего хозяйства появилась возможность обновить сельскохозяйственную технику // Бюллетень информационно-консультационной службы Московской области, 2001. – Выпуск 3.

Стаття надійшла 19.11.2007.

Рекомендовано до друку д.т.н., проф. Солтусом А.П.