

УДК 631.334:006.015.7

**А.І. Бойко, проф., д-р техн. наук, К.М. Думенко, доц., д-р техн. наук,
І.С. Павлюченко, асист.**

Миколаївський національний аграрний університет

Перспективні напрямки забезпечення надійності посівних агрегатів як технічних систем

В статті наведено проблеми надійності посівних агрегатів, як самостійних технічних систем, проведено аналіз досліджень та методик розрахунку працездатності машин та технічних систем. Визначено основні напрямки дослідження поведінки механічних систем в умовах їх експлуатації.
надійність, працездатність, технічна система, агрегат

А.И. Бойко, К.М. Думенко, И.С. Павлюченко

Николаевский национальный аграрный университет

Перспективные направления обеспечения надежности посевных агрегатов как технических систем

В статье приведены проблемы надежности посевных агрегатов, как самостоятельных технических систем, проведен анализ исследований и методик расчета работоспособности машин и технических систем. Определены основные направления исследования поведения механических систем в условиях их эксплуатации.
надежность, работоспособность, техническая система, агрегат

Постановка проблеми. Посівні секції в сучасних сівалок прямого посіву представляють собою технічні системи, об'єднані в єдині комплекси, що складаються з самостійних окремих робочих органів. Умови експлуатації таких посівних секцій відрізняються від роботи сівалок, які працюють по звичайним класичним технологіям посіву у бік більш жорстких, складних і навантажених. Встановлено, що робочі елементи існуючих сівалок прямого посіву внаслідок роботи в умовах абразивного середовища і контакту при руйнуванні рослинних решток інтенсивно зношуються, а також характеризуються наявністю раптових відмов при перевантаженнях і пошкодженнях в елементах конструкцій.

Таким чином на зниження рівня надійності посівних секцій впливають з одного боку більш складні умови їх експлуатації, а з іншого – особливості комплексного багатofункціонального конструктивного рішення робочих органів, що представляють собою певні технічні системи і потребують нових підходів і методів вирішення проблем забезпечення надійності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз попередньо проведених робіт показав, що в основному увага в дослідженнях приділялася окремим елементам конструкцій, які лімітують їх довговічність і не розглядалася вся секція як самостійна технічна система. Фірми, що випускають посівну техніку безумовно вносять ті чи інші конструктивні зміни, направлені на підвищення надійності сівалок, однак такі роботи носять тільки окреме вирішення того чи іншого завдання і не реалізують системного погляду на загальну проблему – підвищення надійності посівних секцій, як цілісної конструкції.

В той же час в теорії і практиці надійності системний підхід складає основу виникнення самої науки про надійність систем як інтегрованої дисципліни [1]. Широкого поширення надійність технічних систем знайшла в електротехніці [2, 3], радіоелектроніці і [4], обчислювальній техніці [5], автоматичі [6-9], та інших галузях науки і техніки.

Мета досліджень. Досягнення в цих областях, очевидно, обумовлені практичною необхідністю проектування складних технічних пристроїв, в відповідальних блоках яких від надійності залежить працездатність цілих комплексів і систем, а відмови призводять до суттєвих економічних втрат. Другою причиною є те, що в електронних і радіоелектронних пристроях використовується достатньо гнучка і швидко розвиваюча елементна база, що без значних матеріальних затрат на технологію виготовлення виробів допускає різноманітні структурні рішення систем. Це дозволяє будувати системи з надлишковими елементами, використовуючи принципи включеного і очікуваного резервувань. Більш того, побудова таких схем з самого початку розробки зразка відкриває можливість формулювати вимоги по надійності, як одні з основних при побудові систем. В результаті такого підходу суттєвий розвиток знайшло блочно-модульне проектування з урахуванням можливостей розвитку ефективно діючої бази технічного обслуговування.

Викладення основного матеріалу досліджень. Фундаментальний вклад в розвиток надійності технічних систем внесено роботами Нечипоренка В.И. [10, 11], Ушакова И.А. [12, 15], Леонтьева Л.П. [16] та інших. Можна вважати, що ці роботи складають узагальнену теоретичну основу надійності технічних систем.

Так, в дослідженні [10] приділено увагу моделюванню систем різної структури, вказано, що складання структурної схеми системи є важливим і відповідальним етапом для подальшого вивчення їх властивостей, в тому числі, і стосовно надійності.

Інженерні методи розрахунку надійності систем, що відновлюються при втраті роботоздатності розглянуті в роботі [13]. Моделювання станів і переходів систем доведено до отримання кількісних характеристик надійності показників безвідмовності і довговічності.

Моделі відновлюємих систем, що можуть бути описані в межах застосування марківських потоків подій втрати роботоздатності і відновлення, представлені в дослідженнях [14]. Для випадків "старіючих" або "молодіючих" систем, коли інтенсивності формування подій не є величинами сталими, запропоновано відповідні методи зведення рівнянь, що описують ймовірності переходів систем до марківських з послідовним використанням цього математичного апарату.

Проблемі оптимізації резервувань особлива увага приділена в дослідженні [15]. Справедливо поставлено питання раціонального обмеження кількості резервних елементів при вирішенні конкретних завдань забезпечення необхідного рівня надійності технічних пристроїв.

В методичному плані для опису стану і переходів систем в множині подій, пов'язаних з їх працездатністю чи відмовами, велика роль належить графічним методам опису. Використання теорії графів дає більш наглядну картину проявлення властивостей систем для кількісної ймовірності оцінки їх станів. Цій проблемі присвячено дослідження [17], результати якого можуть бути ефективно використані в різних галузях промисловості для вирішення проблем вивчення поведінки систем, в тому числі, і з позицій виявлення показників їх надійності.

Незважаючи на очевидні досягнення зарубіжних і вітчизняних вчених в галузі підвищення надійності технічних систем, стосовно механічних систем таких робіт поки що проведено недостатньо. Пояснення цьому можна знайти по-перше в тому, що елементна база в механіці менш гнучка ніж та, що застосовується в електронних і радіоелектронних схемах. Це значно звужує можливості побудов структур з

надлишковістю для забезпечення необхідного рівня надійності конструкцій. Другим, не менш важливим, фактором є консервативність підходів розробників техніки, коли, на жаль, традиційно не прийнято проводити інженерні розрахунки на надійність при створенні нових машин і комплексів. Однак, якщо такий підхід був допустимий для відносно нескладних окремих машин, то на сьогодні, коли машини, як правило, ускладнюються, мають більш високі показники виконання технологічних процесів, стають багатофункціональними і об'єднуються в комплекси, розрахунки на надійність систем повинні стати необхідним етапом при проектуванні. В такій ситуації від результатів розрахунків залежить не тільки структурна побудова машин, можливість і допустимість регулювань, а також нормування номенклатури і кількості запасних частин. При цьому виявляється також доцільна інфраструктура технічних обслуговувань складних машин і комплексів.

Ідеологія впровадження сучасних підходів до створення надійних машин представлена в роботі [18]. Однак в цьому дослідженні основна увага приділена проблемам міцності при проектуванні систем і недостатньо висвітлені питання структурної надійності, тобто побудови систем з необхідним запасом надійності згідно їх надлишкових структур.

Окремі питання надійності механічних систем з прикладами її реалізації знайшли відображення невеликими розділами в загальних роботах по надійності. Так в роботі [19] розглянуті питання надійності при випадковій дії навантажень в підйомно-транспортних машинах. На цій основі проаналізовані потоки подій, що відбуваються з механізмами і для відносно нескладних систем побудовані функції готовності і функції відновлення. Однак приведені приклади не носять загального характеру вирішення проблем надійності механічних систем і можуть розглядатися як такі, що показують необхідність і доцільність визначення параметрів надійності для механічних систем.

Практичний інтерес представляють дослідження виконані в роботі [20]. В ній розглянута механічна система (дробарка) що під дією потоків подій, що виникають при роботі і відновленнях, може знаходитись в працездатному, або не в працездатному (по різним причинам) стані. Визначені ймовірності знаходження системи в тому чи іншому стані. На підставі цього знайдені значення основних показників надійності зазначеної системи. Такий системний аналіз дав змогу виявити слабкі, з точки зору надійності, місця конструкції для вживання відповідних заходів по їх усуненню. Приведене дослідження відкриває можливість не тільки кількісної оцінки надійності тих чи інших підсистем або елементів конструкції, але також виявити раціональну степінь підвищення надійності окремих елементів для приближення механічної системи до критеріїв рівноресурсної. Однак розглянута в дослідженні модель поведінки механічної системи носить псевдостатичний характер. Тобто робота дробарки розглядається в усталеному режимі експлуатації без урахувань можливих перехідних процесів, пов'язаних з періодами припрацювань спряжень або старінні і втрати роботоздатності конструкції.

Такий же недолік притаманний і дослідженню [21], де диференціальні рівняння динаміки перехідних процесів замінені алгебраїчними, характерними усталеним умовам експлуатації при постійних значеннях інтенсивностей відмов і відновлень.

Висновки. В цілому дослідження поведінки механічних систем при стаціонарних умовах експлуатації можна розглядати як перший крок в напрямку вивчення надійності технічних систем, за яким, очевидно, повинні досліджуватися системи більш складної конфігурації, де будуть враховані елементи резервувань як в конструктивному рішенні самої системи, так і в організації інфраструктури забезпечення її діяльності протягом заданого наробітку або терміну експлуатації.

Список літератури

1. Диллон Б. Инженерные методы обеспечения надежности систем / Б. Диллон, Ч. Сингх. – М. : 1984. – 318 с.
2. Дж. Эндрени Моделирование при расчетах надежности электроэнергетических системах / Дж. Эндрени. – М. : Энергоатомиздат, 1983. – 333 с.
3. Руденко Ю. Н. Надежность систем энергетики / Ю. Н. Руденко, И. А. Ушаков. – М.: Наука, 1986. – 253 с.
4. Леонтьев Л. П. Введение в теорию надежности радиоэлектронной аппаратуры / Л. П. Леонтьев. – Р. : АН ЛССР, 1963. – 189 с.
5. Ушаков И. А. Вероятностные модели надежности информационно-вычислительных систем / И. А. Ушаков. – М. : Радио и связь, 1991. – 123 с.
6. Черкесов Г. Н. Основы теории надежности автоматизированных систем управления / Г. Н. Черкесов. – Л: 1975. – 217 с.
7. Бессонов А. А., Мороз А. В. Надежность систем автоматического регулирования / А. А. Бессонов, А. В. Мороз. – Л. : Энергоатомиздат, 1984. – 215 с.
8. Глазунов Л. П. Основы теории надежности автоматических систем управления / Л. П. Глазунов, В. П. Грабоецкий, О. В. Щербаков. – Л. : Энергоатомиздат, 1984. – 207 с.
9. Иьуду К. А. Оптимизация устройств автоматики по критерию надежности / К. А. Иьуду. – М.-Л. : Энергия, 1966. – 194 с.
10. Нечипоренко В. И. Структурный анализ систем (Эффективность и надежность) / В. И. Нечипоренко. – М. : Советское радио, 1977. – 214 с.
11. Нечипоренко В. И. Структурный анализ и методы построения надежных систем / В. И. Нечипоренко. – М. : Советское радио, 1968.
12. Ушаков И. А. Эффективность функционирования сложных систем / И. А. Ушаков. – М. : Советское радио, 1966.
13. Ушаков И. А. Инженерные методы расчета надежности / И. А. Ушаков. – М.: 1970. – 91 с.
14. Ушаков И. А. Курс надежности технических систем / И. А. Ушаков. – М.: Дрофа, 2008. – 240 с.
15. Ушаков И. А. Методы решения простейших задач оптимального резервирования при наличии ограничений / И. А. Ушаков. – М. : Советское радио, 1969. – С. 177.
16. Леонтьев Л. П. Надежность технических систем / Л. П. Леонтьев. – Р.: Знание. – 265 с.
17. Рейншке К. Оценка надежности систем с использованием графов / К. Рейншке, И. А. Ушаков. – М. : Радио и связь, 1988. – 209 с.
18. Капур К. Надежность и проектирование систем / К. Капур, Л. Ламберсон. – М.: Мир, 1980. – С. 604.
19. Брауде В. И. Надежность подъемно-транспортных машин / В. И. Брауде, Л. Н. Семенов. – Л.: Машиностроение, 1986. – 183 с.
20. Новицький А. В. Підвищення безвідмовності кормодробарок конструкторсько-технологічними методами на основі структурного аналізу їх надійності / А. В. Новицький. – К.: 2004.
21. Бойко А. І. Розробка стохастичної моделі функціонування пневмомеханічного апарату з дублюючим дозатором / А. І. Бойко, О. О. Банний. – Вісник Луганського національного аграрного університету. 111-й річниці народження акад. П.М. Василенка. Луганськ: 2011. – С. 114–118.

A. Boyko, K. Dumenko, I. Pavlyuchenko

Mykolayiv National Agrarian University

Perspective directions of providing reliability of sowing aggregates as technical systems

In this article are given the problems of sowing devices, that are considered as independent technical systems. Is carried out the analysis of researches and techniques of calculations of operability of devices and technical systems. During research is revealed, lack of a system view on a common problem of increase of reliability of sowing devices as complete construction. Analysis of science and technology from a systems perspective to the issue of reliability of technical systems. By synthesis papers on the reliability of domestic and foreign scholars, are defined the main directions of research of behavior of mechanical systems in the conditions of their operations. Behind results of research conclusions are drawn.

reliability, capacity, technical system, aggregate

Одержано 07.11.13