

13. *Методика* проведення мікрометражних робіт. ВНИИВИД ВНПО “Ремдета-ль”, пгт Глеваха, 1985. — 9 с.
 14. ТУ 0257-001-588-448-72—2003. “Реализация класса наноматериалов интеллектуальные смазочные композиции “Нанопротек”. — Донецк, 2008.
-

ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ НАНОПРЕПАРАТА НА ИЗНОС ГИЛЬЗ ЦИЛИНДРОВ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Изложено результаты исследования эффективности использования наноматериалов в двигателях внутреннего сгорания с целью уменьшения скорости износа гильз цилиндров и их теоретическое обоснование.

INFLUENCE RESEARCH NANOMATERIALS ON DETERIORATION OF SLEEVES OF CYLINDERS OF INTERNAL COMBUSTION ENGINES

Results of research of efficiency of use nanomaterials in internal combustion engines for the purpose of reduction of speed of deterioration of sleeves of cylinders and their theoretical substantiation are stated.

УДК 631.354.2.01.004.5

ОЦІНКА НАДІЙНОСТІ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ

М.В. Молодик, докт. техн. наук, проф., чл.-кор. НААН України,
А.О. Деркач, ст. наук. співр., **В.В. Сліпченко**, асп.

ННЦ “ІМЕСГ”

Наведено результати досліджень відмов електрообладнання зернозбиральних комбайнів та обґрунтовані алгоритми їх пошуку і усунення.

Проблема. Ефективність використання мобільної сільськогосподарської техніки в значній мірі залежить від оперативного виявлення і усунення відмов електрообладнання.

Відомо, що до 20% простоїв мобільної сільськогосподарської техніки припадає на пошук і усунення відмов систем електрообладнання.

Одним із резервів зменшення простоїв техніки є застосування оптимальних алгоритмів пошуку і усунення відмов електрообладнання. Для побудови таких алгоритмів важливе значення має вибір математичних

моделей діагностування, визначення показників надійності електрообладнання та витрат на пошук і усунення відмов.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз експлуатаційних документів вітчизняної мобільної сільськогосподарської техніки, а також техніки виробництва Російської Федерації і Білорусії [1–5] показав, що наведені в них методи пошуку і усунення відмов електрообладнання базуються на експертній системі.

Для електрообладнання мобільної сільськогосподарської техніки алгоритми пошуку і усунення відмов, які побудовані з застосуванням експертної системи [6–8] не є оптимальними, тому що встановлення несправностей здійснюється за зовнішніми ознаками, а послідовність їх пошуку в основному визначає оператор. У більшості випадків визначити несправність електрообладнання експертним методом важко або й неможливо, а трудомісткість пошуку несправності в значній мірі залежить від кваліфікації діагноста.

Як правило, несправність електрообладнання можна виявити лише за допомогою технічних засобів діагностування, а це потребує і відповідних науково обґрунтованих алгоритмів пошуку, які б враховували показники надійності електрообладнання та були максимально об'єктивними і забезпечували мінімальні затрати на пошук несправностей.

Мета досліджень. Визначення показників надійності систем електрообладнання вітчизняних зернозбиральних комбайнів та розроблення алгоритмів пошуку і усунення відмов.

Результати досліджень. На підставі аналізу конструкцій, умов застосування і видів руйнування електрообладнання мобільної сільськогосподарської техніки визначено прийняття функції DN-розподілу наробітку до відмови.

Збір статистичних даних з відмов систем електрообладнання проводили шляхом спостережень в умовах експлуатації за 14 зернозбиральними комбайнами “Славутич” протягом 2000–2009 років.

Така кількість об'єктів при плані випробувань [NMT] і закону DN-розподілу наробітку до відмови та коефіцієнті варіації процесу руйнування $\nu=0,6$ забезпечує відносну похибку $\xi=0,12$ при довірчій імовірності $q=0,80$ [9].

Дослідження показали, що в зернозбиральних комбайнах “Славутич” відмови спостерігаються в усіх системах електрообладнання.

В результаті обробки статистичних даних з відмов встановлено, що напрацювання на відмову всієї системи електрообладнання зернозбирального комбайна “Славутич” складає 153 мотогодини. Залежність імовір-

ності безвідмовної роботи системи електрообладнання від наробітку наведено на рис. 1.

Найменш надійна система автоматизованого контролю показана на рис. 2. Найчастіше в цій системі спостерігались відмови бортового комп'ютера.

В системі живлення найчастіше спостерігались відмови генератора, а в системі пуску — стартера.

Дослідження причин відмов генераторів і стартерів, які поступають в ремонт, показали, що для генераторів найбільш частими причинами відмов є вихід з ладу регулятора напруги, пробій або обрив діодів випрямляча, виткове замикання обмоток статора. Коефіцієнти повторюваності цих дефектів становлять, відповідно, 0,81; 0,60; 0,45.

В стартерах найбільш часті дефекти — пробій ізоляції на корпус і міжвиткове замикання полюсних обмоток, пробій на корпус і міжвиткове замикання обмоток якоря, спрацювання втулки кришки з боку приводу. Відповідно, коефіцієнти повторюваності цих дефектів становлять 0,35; 0,17; 0,61.

Перевірка правильності вибору функції DN-розподілу наробітку на відмову систем електрообладнання комбайна "Славутич" за критерієм Пірсона підтвердила правильність вибору функції. Імовірність згоди становить 0,57, що погоджує експериментальні дані з теоретичними.

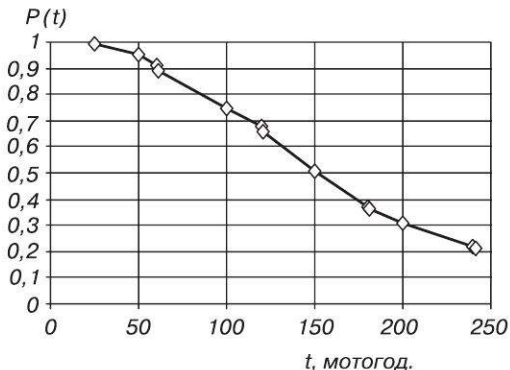


Рис. 1. Залежність імовірності безвідмовної роботи $P(t)$ електрообладнання комбайнів "Славутич" від наробітку t

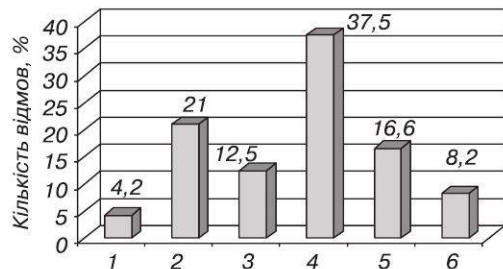


Рис. 2. Гістограма розподілу відмов систем електрообладнання зернозбиральних комбайнів "Славутич": 1 — система гідравліки; 2 — система пуску; 3 — допоміжне електрообладнання; 4 — автоматизована система вимірювання і контролю; 5 — система живлення; 6 — система сигнальної і освітлювальної апаратури

Важливим етапом в процесі розроблення алгоритмів діагностування є вибір математичної моделі об'єкта діагностування.

Система електрообладнання мобільної сільськогосподарської техніки визначається тісним зв'язком електричних, електромеханічних та механічних пристроїв і елементів, які відрізняються функціональним призначенням і принципом дії. Тому для розроблення математичних моделей діагностування систем електрообладнання мобільної сільськогосподарської техніки доцільно використовувати логічні моделі. Така математична модель об'єкта діагностування дозволяє не робити різниці у вирішенні задачі правильності функціонування, роботоздатності чи справності об'єктів.

Якщо представити, що кожний i -й елемент об'єкта діагностування виконує лише один алгоритм функціонування, а мінімальна форма функції умови його роботи Φ_i складається із одного члена кон'юнкції зовнішніх і внутрішніх змінних, тобто має вид [10]

$$\Phi_i = (F_i * L_i) \wedge X_{i_1} \wedge X_{i_2} \wedge \dots \wedge X_{i_k}, \quad (1)$$

де F_i — оператори переходів, які відображають зміни стану системи під дією внутрішніх і зовнішніх збурень; L_i — оператори виходів, які описують формування вихідного сигналу під дією внутрішніх і зовнішніх збурень; $*$ — знак взаємодії операторів; X_{ik} — k вхідних сигналів i -го елемента.

В такому випадку значення вихідного сигналу Z_i i -го елемента логічної моделі залежить від значення функції Φ_i , яка в даному випадку відображає Булеву функцію умов роботи i -го елемента і його технічного стану E_i .

$\Phi_i=1$, якщо функція умов роботи i -го елемента є кон'юнкцією його вхідних сигналів, всі значення яких допустимі, тобто 1.

$\Phi_i=0$, якщо функція умов роботи i -го елемента є кон'юнкцією його вхідних сигналів, не всі значення яких допустимі.

$E_i=1$, якщо i -й елемент справний

$E_i=0$, якщо i -й елемент несправний.

Формально Z_i є кон'юнкцією змінних Φ_i і E_i

$$Z_i = \Phi_i \wedge E_i, \quad (2)$$

Фізичний зміст (2) в тому, що лише при допустимих входах і справному стані елемента його вихід Z_i буде допустимим. Якщо всі N елементів логічної моделі справні, тобто, якщо кон'юнкція $Z_1 \wedge Z_2 \wedge Z_3 \wedge \dots \wedge Z_N$ дорівнює 1, то об'єкт діагностування справний.

Електрообладнання мобільної сільськогосподарської техніки, як об'єкт діагностування, можна представити у виді окремих систем і досліджувати їх незалежно один від другого. Розділення здійснюють таким чином, щоб кожна із систем мала мінімальну чутливість до відхилень параметрів в інших системах.

Як показав аналіз електричних схем вітчизняних тракторів і зернозбиральних комбайнів їх електрообладнання можна розділити на такі системи: пуску, живлення, освітлення, управління електрогідрозподільниками, вимірювання і контролю, автоматизованого управління, допоміжного електрообладнання.

Логічні моделі систем електрообладнання розробляли за принциповими електричними схемами.

Для цього кожний функціональний елемент системи електрообладнання замінювали логічним блоком, який має один вихід і істотні для даного виходу входи.

Логічні моделі систем електрообладнання представляли у вигляді орієнтованого графа. Вершини графа являють собою елементи логічної моделі, а також вхідні і вихідні сигнали, а дуги — зв'язки між елементами і зовнішніми вхідними і вихідними сигналами.

На рис. 3 представлена логічна модель електричної схеми системи регулювання зазору між молотильним барабаном і декою зернозбирального комбайна "Славутич".

Вхідні і вихідні сигнали об'єкта діагностування представлені вершинами із символами X_i і Z_i , де i — індекс елемента логічної моделі на вхід, (z виходу) якого поступають (виходять) сигнали.

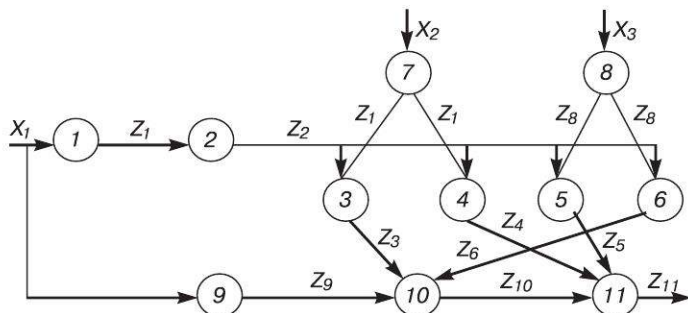


Рис. 3. Логічна модель електричної системи регулювання зазору між молотильним барабаном і декою: 1, 9 — запобіжник; 2 — перемикач; 3, 4, 5, 6 — реле; 7, 8 — вимикач; 10 — статорна обмотка збудження електродвигуна мотор-редуктора; 11 — обмотка якоря електродвигуна мотор-редуктора

Глибину діагностування вибирали із умови можливості визначення технічного стану і заміни в умовах експлуатації блока, вузла або виробу.

При вирішенні задач побудови алгоритмів діагностування систем електрообладнання мобільної сільськогосподарської техніки важливо визначити мінімальну сукупність елементарних перевірок при заданій глибині діагностування.

Визначення мінімальної сукупності елементарних перевірок здійснювали графотопологічним методом [10].

За логічними моделями, використовуючи метод послідовного функціонального аналізу з врахуванням коефіцієнтів повторюваності дефектів, розроблені графи алгоритмів пошуку і усунення відмов систем електрообладнання вітчизняних тракторів і зернозбиральних комбайнів “Славутич”.

На рис. 4 приведено граф алгоритму для електричної схеми системи регулювання зазору між молотильним барабаном і декою комбайна “Славутич”.

Алгоритми діагностування, які базуються на логічних моделях об'єкта діагностування з врахуванням імовірності появи окремих несправностей, дозволяють провести пошук і усунення відмов у системах електрообладнання з найбільшою достовірністю і найменшими затратами.

На підставі алгоритмів розроблені технологічні карти пошуку і усунення відмов електрообладнання вітчизняних тракторів і зернозбиральних комбайнів.

Використання технологічних карт дозволить зменшити трудомісткість робіт з пошуку і усунення відмов електрообладнання та простої комбайнів на 30%.

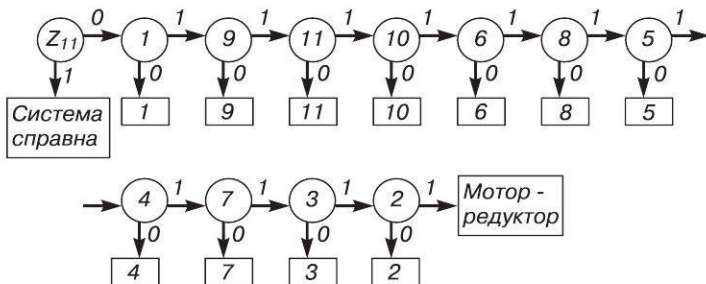


Рис. 4. Граф алгоритму діагностування електричної системи регулювання зазору між барабаном і декою зернозбирального комбайна “Славутич”

Висновки. За статистичними даними наробіток на відмову всієї системи електрообладнання зернозбирального комбайна “Славутич” складає 153 мотогодини. Найменш надійна система автоматизованого вимірювання і контролю. Алгоритми діагностування, які базуються на логічних моделях об’єкта діагностування з врахуванням імовірності появи окремих несправностей, дозволяють провести пошук і усунення відмов у системах електрообладнання з найбільшою достовірністю і найменшими затратами.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. *Тракторы ЮМЗ-6АКМ40, ЮМЗ-6АКМ40.2, ЮМЗ-8040, ЮМЗ-8040.2, ЮМЗ-8240, ЮМЗ-8244, ЮМЗ-8244.2.* Инструкция по эксплуатации и техническому обслуживанию. — Днепропетровск, 2003. — 192 с.
2. *Комбайн зерноуборочный самоходный КЗС-9-1.* Инструкция по эксплуатации. — Государственное КБ “Южное”, 2000.
3. *Трактор ХТЗ-16131.* Инструкция по эксплуатации 161.00.000 ИЭ. — Харьков, 1999. — 177 с.
4. *Трактор ДТ75В.* Техническое описание и инструкция по эксплуатации 78.00.001 ТО. — Волгоград, 1983. — 185 с.
5. *Белоконь Я.Е., Окоча А.И., Шкаровский Г.В.* Тракторы “Беларус” семейств МТЗ и ЮМЗ. Устройство, работа, техническое обслуживание. — Чернигов: Ранок, 2003. — 259 с.
6. *Димитров В.В и др.* Построение экспертной системы для диагностирования зерноуборочных комбайнов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. — 2000. — № 3. — С. 6—8.
7. *Филев А.В.* Алгоритмы диагностирования дизелей с применением экспертной системы // Механизация и электрификация сельского хозяйства. — 1999. — № 6. — С. 22—25.
8. *Особенности обнаружения и устранения неисправностей тормозной системы и электрооборудования автомобилей и автопоездов.* Экспресс-информация. — М.: ЦБНТИ Минавтотранса РСФСР, 1978. — 47 с.
9. *ДСТУ 3004—95* Надійність техніки. Методи оцінки показників надійності за експериментальними даними.
10. *Осипов И.О., Уснин Ю.С.* Техническая диагностика автоматизированных электроприводов. — М.: Энергоатомиздат, 1991. — 161 с.

ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ В УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ ПОИСКА И УСТРАНЕНИЯ ОТКАЗОВ

Приведены результаты исследований отказов электрооборудования зерноуборочных комбайнов, обоснованы алгоритмы их поиска и устранения.

EVALUATION OF RELIABILITY OF ELECTRICAL EQUIPMENT OF GRAIN HARVESTERS AND DEVELOPMENT OF ALGORITHMS FOR SEARCH AND ELIMINATE BREAKDOWNS

Results of a researches of refusals an electric equipment of grain harvesters that are resulted algorithms of their search and elimination are proved.