

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ДІАГНОСТУВАННЯ РУЛЬОВОГО КЕРУВАННЯ ШАРНІРНО-ЗЧЛЕНОВАНИХ МАШИН

А. Коробко, канд. техн., наук, доц.,

Харківська філія УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого,

О. Назарько, канд. техн. наук,

Ю. Радченко,

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Запропоновано експрес-метод діагностування рульового керування шарнірно-зчленованих машин, що дозволяє проводити діагностування з мінімальними витратами часових і матеріальних ресурсів. Запропонований метод ґрунтується на методі парціальних прискорень. Проведено нормування діагностичного показника.

Ключові слова: *експрес-метод, шарнірно-зчленована машина, акселерометр, нормування показника.*

Вступ. Впровадження діагностики техніки – як цивільної, так і військової є дуже складною техніко-економічною проблемою. Своєчасно проведена діагностика і відповідні подальші дії за її результатами сприяють забезпеченню коефіцієнта готовності на відповідному рівні.

Аналіз останніх досліджень і досягнень. Досягнення і підтримання якості продукції залежить від точності вимірювання її параметрів, тривалості й об'єму випробувань та інших характеристик вимірювань. Під час випробувань продукції якість вимірювань визначається їх точністю і тривалістю, а доцільність і можливість використання тих чи інших методів і засобів вимірювань встановлюються з урахуванням вартості вимірювань і складності їх технічної реалізації [1]. Одним з швидких способів оцінювання якості є експрес-методи діагностування, які дозволяють з якнайменшими витратами зробити висновок про відповідність або невідповідність об'єкта діагностування встановленим вимогам і ухвалити рішення про направлення об'єкта діагностування на подальше поглиблене дослідження [2].

Під час технічного діагностування встановлюють кількісні і якісні значення параметрів станів. Ці параметри несуть в собі інформацію, яка дозволяє оцінювати не лише технічний стан виробів у момент контролю, але й можливість їх подальшого використання протягом певного часу [2].

Рульове керування є основним складником машини. Від його технічного стану залежить безпека дорожнього руху, а також безпека і якість виконання польових механізованих робіт (у разі використання трактора). Крім того, рульове керування є основним споживачем мускульної енергії оператора і

тому найбільшою мірою впливає на його стомлюваність, здоров'я і здатність правильно виконувати задані функції протягом усього робочого часу [3].

До показників технічного стану механізмів керування тракторів відносяться [3, 4]:

- люфт (вільний хід) рульового колеса і зусилля на ньому;
- сходження напрямних коліс;
- тиск відкриття запобіжного клапана в системі гідропідсилювача;
- продуктивність насоса;
- герметичність пневмо- і гідросистеми.

Вільний хід рульового колеса і зусилля на ньому є відносно легко-визначуваними показниками. Але, разом з тим, вони є адитивними показниками і характеризують стан рульового керування в цілому, без надання інформації про стан окремих вузлів і агрегатів. Це, у свою чергу, викликає подальші витрати на поелементне діагностування, а, можливо, і додаткові розбірно-складальні роботи. Сучасний же рівень розвитку науки і техніки вимагає використання нових вимірювальних систем, які дозволять без втручання в конструкцію машини з мінімальними витратами робити відповідні висновки.

Мета дослідження – розробити експрес-метод діагностування рульового керування шарнірно-зчленованих машин. Для цього необхідно обґрунтувати критерій роботоздатності рульового керування, провести його нормування і розробити метод діагностування.

Розроблення експрес-методу діагностування рульового керування. Методи діагностування повинні при якнайменших витратах часу і матеріалів гарантувати точність і достовірність проведеного вимірювання і базуватися на досягненнях сучасної науки, електроніки, автоматики, приладобудування тощо. На практиці складно перевірити всі можливі комбінації логічних станів через наявність великої кількості схем і ситуацій.

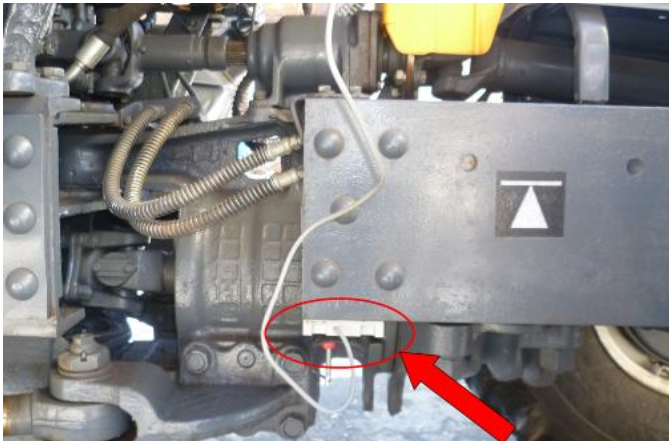
Основні вимоги до контрольно-діагностичних засобів [3]:

- мінімальна похибка вимірювання;
- мінімальна трудомісткість вимірювання діагностичних параметрів з урахуванням підготовчих і завершальних операцій;
- забезпечення вимірювання вибраних діагностичних параметрів різних марок машин;
- невисока вартість контрольно-діагностичних засобів;
- забезпечення зручності і безпеки вимірювань;
- відсутність необхідності в унікальній підготовці персоналу.

У нашому дослідженні для випробувань був вибраний трактор тягового класу 3, обладнаний шарнірно-зчленованою рамою, що пройшов приймальні і сертифікаційні випробування. В якості вимірювального устаткування використовувався реєстраційно-вимірювальний комплекс, що складається з лінійних акселерометрів і спеціального програмного забезпечення [5, 6].

Для обґрунтування діагностичного параметра були складені програма і методики випробувань, згідно з якими необхідно було вибрати оптимальну кількість і місце встановлення акселерометрів, а також провести вимірювання під час руху «по змійці» і при поворотах напрямних коліс на нерухомому тракторі. Вимірювання проводили як на справному тракторі, так і при моделюванні різних несправностей в системі рульового керування.

Експериментально було встановлено, що достатньо використання одного акселерометра, закріпленого на задній напіврамі з лівого боку, орієнтуючись на перший технологічний отвір (рис. 1). Задню напівраму вибирають тому, що у разі закріплення акселерометра на передній напіврамі на результат вимірювання істотний вплив чинить вібрація від двигуна і, як наслідок, отримуємо підвищену складову методичної похибки і необхідність використання додаткових фільтрів.



Акселерометр

Рисунок 1 - Місце встановлення акселерометра

Також експериментально встановлено, що характер протікання процесу зміни лінійних прискорень під час руху трактора і на нерухомому тракторі подібні. Тому, було запропоновано діагностування проводити на нерухомому тракторі, заздалегідь регламентуючи дорожнє покриття – сухий чистий асфальтобетон.

Як діагностичний критерій вибрано параметри: час здійснення циклу повороту напрямних коліс, амплітуда прискорень, що виникають, площа під кривою прискорень.

У загальному випадку, керуючись експрес-методом діагностування, необхідно:

- встановити напрямні колеса в крайнє ліве положення;
- включити вимірювальний комплекс;

- за допомогою рульового колеса зробити повні повороти трактора по черзі вправо і вліво по 3 рази;
- зафіксувати результат.
- за номограмою визначити об'ємний коефіцієнт корисної дії гідрооб'ємного рульового керування.

Для встановлення нормативного значення діагностичного параметра використовували ймовірнісний метод [7]. Для цього спочатку проводили попередню серію вимірювань за розробленою методикою на новому справному тракторі в десяти повторюваностях. Результати занесено в спеціальну таблицю.

На рис. 2 показано фрагмент результатів вимірювання попередньої серії.

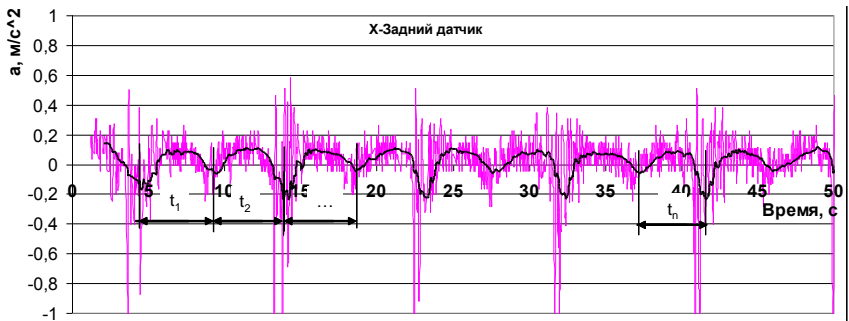


Рисунок 2 - Фрагмент результатів випробувань

На наступному етапі було проведено обробку статистичних даних, а саме, знайдено середнє арифметичне часу повороту коліс з крайнього в крайнє положення і розраховано середньоквадратичне відхилення і коефіцієнт варіації.

Значення коефіцієнта варіації ($v = 4,22\%$) свідчить про високу узгодженість результатів вимірювань.

Об'єм фактичних даних, необхідний для встановлення нормованого значення показника, залежить від необхідної точності і достовірності встановлення нормативу. Орієнтовно об'єм фактичних даних визначається за формулою:

$$n \geq \frac{tv^2}{\delta^2}, \quad (1)$$

де t – квантиль розподілу Ст'юдента при довірчій ймовірності $\gamma = 0,95$ або $\gamma = 0,99$ і залежить від числа випробувань n ; v_x – коефіцієнт варіації показника, що нормується; δ – задана відносна похибка вимірювання нормованого показника.

У нашому випадку кількість вимірювань, необхідних для встановлення нормованого значення, склала $n \geq 51$.

Далі розраховуються межі допустимого значення контрольованого параметра за умови нормування середньоарифметичного значення.

Допуск на контрольований параметр встановлюється в межах $\pm 3\delta$.

При моделюванні несправностей було встановлено, що у разі несправності гідронасоса (зменшення тиску) збільшується час здійснення повороту коліс. При перетіканні рідини в гідросистемі змінюється амплітуда і вигляд кривої, зображеної на рис. 2, а також змінюється площа під кривою прискорень.

Для визначення об'ємного коефіцієнта корисної дії гідрооб'ємного рульового керування запропонована експериментально-розрахункова номограма, загальний вигляд якої показано на рис. 3. Слід сказати, що для різних класів тракторів вигляд номограми буде відповідно різним. Тому побудову таких номограм необхідно проводити на етапі дослідницьких визначальних випробувань і дані заносити в технічну документацію.

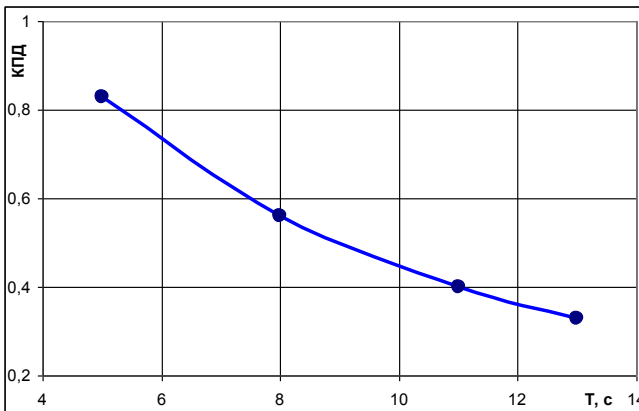


Рисунок 3 - Загальний вигляд номограми для визначення об'ємного коефіцієнта корисної дії гідрооб'ємного рульового керування

Висновки. Запропонований експрес-метод діагностування рульового керування шарнірно-зчленованих машин дозволяє без наявності спеціального майданчика для ходових випробувань проводити діагностування з якнайменшими витратами часу. В якості діагностичних запропоновано нові критерії – поздовжнє прискорення, що виникає під час повороту напрямних коліс, час здійснення повороту напрямних коліс. Подальшого дослідження і уточнення вимагає метод в частині розділення і візуалізації результатів випробувань.

Література

1. Bolychevtsev A.D. Some methodological aspects of the problem of increasing the quality of technical supervision / A.D. Bolychevtsev, L.A. Bolychevtseva // Measurement Techniques. – 2006. – № 11. – P. 1079-1084.
2. Техническая диагностика тракторов и зерноуборочных комбайнов / Под общ. ред. В.М. Михлина. – М. : Колос, 1978. – 287 с.
3. Хабардин А.В. Совершенствование контроля рулевого управления колесных тракторов при их техническом обслуживании : автореф. дис. на соискание науч. степени канд. тех. наук: спец. 05.20.03 «Технология и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве» / А.В. Хабардин. – Новосибирск, 2012. – 20 с.
4. Аллилуев В.А. Техническая эксплуатация машинно-тракторного парка / В.А. Аллилуев, А.Д. Ананьин, В.М. Михлин. – М. : Агропромиздат, 1991. – 367 с.
5. Коробко А.І. Удосконалення методів та метрологічного забезпечення проведення динамічних випробувань автомобілів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.01.02 «Стандартизація, сертифікація та метрологічне забезпечення» / А.І. Коробко. – Харків, 2013. – 20 с.
6. Пат. 51031 Україна, МПК G 01 P 3/00. G 01 P 15/00. Система для визначення параметрів руху автотранспортних засобів при динамічних (кваліметричних) випробуваннях / Подригало М.А., Коробко А.І., Клец Д.М., Файст В.Л.; заявник Харківський національний автомобільно-дорожній університет. – № у 2010 01136; заявл. 04.02.10; опубл. 25.06.10, Бюл. № 12.
7. Славутский Л.А. Основы регистрации данных и планирования эксперимента. Учебное пособие / Л.А. Славутский. – Чебоксары: Изд-во ЧГУ, 2006. – 200 с.

Аннотация

Предложен экспресс-метод диагностирования рулевого управления шарнирно-сочленённых машин, который позволяет проводить диагностику с минимальными затратами временных и материальных ресурсов. Предложенный метод основан на методе парциальных ускорений. Проведено нормирование диагностического показателя.

Summary

An articulated machines steering diagnosing express-method, which allows testing with a minimum expenditure of time and material resources is proposed. The proposed method is based on the method of partial accelerations. The diagnostic index normalization is carried out.