

УДК 669.539

ПОШУКОВЕ КОНСТРУЮВАННЯ ТРИМКИХ МЕТАЛОКОНСТРУКЦІЙ ТРАКТОРНИХ ПРИЧЕПІВ

Попович П.В., к.т.н., доц., Грицай Ю.В., Довбуш Т.А.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

Розглянуто концептуальні підходи пошукового конструювання мобільних сільськогосподарських машин з прогнозуванням ресурсу роботи, обґрунтовано ефективність при вирішенні вказаних аналітично – пошукових і експериментально – дослідницьких проблем.

Постановка проблеми. При розгляді проблематики ресурсу тракторних причепів, необхідно враховувати, що більшість машин працюють при значних навантаженнях, вібраціях, коливаннях температури і вологості, при підвищеному забрудненні. Сезонність сільськогосподарських робіт приводить до високих навантажень у відносно короткочасний період роботи. Виникає проблема тривалого зберігання в міжсезонні інтервали. Рівень технологічних процесів і приймального контролю не завжди забезпечують високий клас точності з'єднань і високу бездефектність. Якість технічного обслуговування і умови зберігання в сільському господарстві нижчі ніж в інших галузях. Вказані чинники обумовлюють зниження ресурсу більшості сільськогосподарських машин. Так, збільшення ресурсу парку машин, в середньому, на 10 % еквівалентно, приблизно, 10 % економії на виробництві нових машин. Оскільки оцінка ресурсу включає встановлення залежності його від всіх зовнішніх і внутрішніх чинників, розробку методів прогнозування слід розглядати як один з найважливіших наукових напрямків загальної проблематики ресурсу [5,7].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Однією з найважливіших і одночасно найскладніших задач теорії і практики машинобудування (у т. ч. сільськогосподарського) є підвищення надійності (довговічності) конструкцій [1-4,7]. Особливе місце займає прогнозування ресурсу на стадії експлуатації. На відміну від стадії проектування, коли прогнозу підлягає ресурс генеральної сукупності ще не створених технічних об'єктів, прогнозування на стадії експлуатації виконують для конкретних існуючих об'єктів. При цьому оцінці підлягають залишковий ресурс і (або) залишковий термін служби. Залишковий термін служби визначає той період, протягом якого слід чекати грошові потоки, і тому його величина істотно впливає на розрахункову величину ринкової вартості. Також визначення залишкового ресурсу необхідне для визначення залишкової вартості і, відповідно, вартості заміщення об'єкту. Отже, точність оцінки ринкової вартості машин і устаткування у великій мірі залежить від того, наскільки правильно визначений залишковий термін служби (залишковий

ресурс) оцінюваного об'єкту. Індивідуальне прогнозування ресурсу відкриває додаткові шляхи для отримання економічного ефекту [7,8].

Мета досліджень. З причини природної різниці властивостей об'єктів та різних умов їх експлуатації (включаючи історію вантаження кожного з них) індивідуальні показники ресурсу лежать в широких межах. У парку з 108 машин фактичний ресурс до першого капітального ремонту має межі – від 155 до 370 тис. км. Більш того, перехід до індивідуального прогнозування веде до збільшення середнього ресурсу машин, оскільки зменшує частку машин, що передчасно знімаються для ремонту, і відкриває шлях для обґрунтованого вибору оптимального терміну експлуатації. У ряді випадків рентабельна експлуатація може бути продовжена в умовах знижених навантажень. Тому можна розглядати прогнозування індивідуального залишкового ресурсу як систему управління процесом експлуатації і технічного обслуговування. Проте впровадження індивідуального прогнозування вимагає додаткових витрат на засоби технічної діагностики, на прилади, реєструючі рівень навантажень і стан об'єкту, на створення мікропроцесорів для первинної переробки інформації, на розробку математичних методів і програмного забезпечення, що дозволяють отримувати обґрунтовані висновки на основі зібраної інформації [5, 7].

Результати досліджень. Проблематика конструювання і виготовлення базових вузлів с\г, особливо мобільних, на сучасному рівні пов'язана з оптимізацією їх елементів за матеріаломісткістю, геометрією побудови основних принципів схем та прогнозуванням ресурсу роботи. Загальновідомо, на сьогодні у світовій практиці домінує принцип забезпечення обмеженого ресурсу тримких систем машин з встановленою імовірністю неруйнування, отже значно підвищуються вимоги до точності оцінки ресурсу – помилки призводять до спонтанних передчасних відмов, або до завищеної металоємності металоконструкції.

1. В стратегічному плані концепція пошукового конструювання мобільних сільськогосподарських машин з прогнозуванням ресурсу роботи, досягає ефекту при вирішенні на належному рівні наступних аналітично – пошукових і експериментально – дослідницьких проблем.

2. Розвиток нових і систематизація існуючих аналітичних напрацювань з позиції ресурсу роботи конструктивних структур, виходячи з енергетичного балансу структури мобільної машини.

Теоретична частина досліджень. Для оцінки характеру напруженого стану елементів конструкції і визначення шляхів пошуку їхніх оптимізованих параметрів значення має теоретичний підхід.

При розробці теоретичних засад аналізу та розв'язку складних статично невизначних конструкцій, усунення невідомих в'язей несучих систем, досить ефективним є метод, оснований на принципі мінімуму потенціальної енергії деформації та модифікація цього методу з врахуванням енергії деформації від стисненого кручення і розробка на цій основі комбінованого методу, що поєднує в собі варіаційний принцип Лагранжа, узагальнений принцип

додаткової енергії Холінгена-Рейснера, метод скінчених елементів, теорему Кастильяно, теорему про найменшу роботу, правило Лейбніца з диференціювання підінтегральних функцій - для статичного і динамічного розрахунку [7].

Експериментальні дослідження динамічних навантажень. Для визначення реального навантаження конструкцій причепів на стадіях проектування, випробування дослідних зразків в реальних умовах експлуатації, великого значення набувають експериментальні методи досліджень, які дозволяють отримати надійні дані для оцінки ресурсу машин при стохастичних змінах умов [7].

Для визначення динамічних навантажень, що виникають в реальних умовах експлуатації причепа, розроблені і виготовлені спеціальні вимірювальні пристрої [3], стандартні і натуральні зразки, а також пристрої для їх випробувань на універсальному обладнанні. Це дозволяє складати програми випробувань для визначення динамічних показників у найбільш характерних умовах експлуатації. Методика експериментальних досліджень реалізується здебільшого встановленням спеціальних динамометрів, наприклад, під опори основних мас на раму, вісь ходової частини, в опори штанги, насоса, силового агрегату, вентиляторної установки обприскувачів, акселерометрів кутових швидкостей (АКШ), акселерометрів прискорень (АП) в центрах мас секцій, а також динамометричних тяг для с/г причепів, плугів, сівалок, тощо. Вимірювані величини реєструються в пам'яті мікрокомп'ютера з наступною статистичною обробкою та систематизацією результатів (Табл.1).

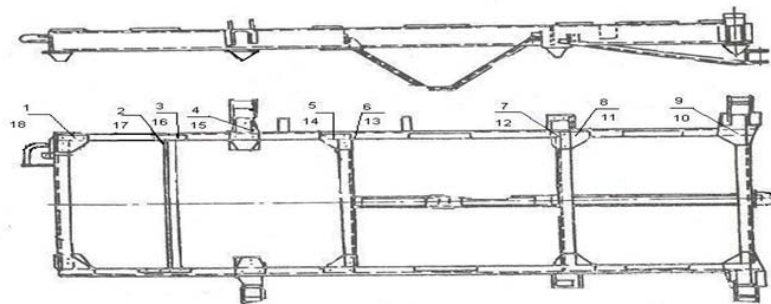


Рисунок 1 – Схема розміщення тензодатчиків на рамі причепа 2ПТС -4

Отримані статистичні дані дозволяють за допомогою аналітичних досліджень визначити компоненти напруженого стану і характер їх зміни в часі (середні значення, максимальні і мінімальні напруження, їх частоту і т.п.) у відповідності до умов експлуатації.

Вироблення критеріїв оцінки міцності і довговічності конструкцій. Складність вироблення критеріїв оцінки міцності і прогнозування ресурсу роботи, полягає перш за все у різнопрофільному наборі складових елементів цих конструкцій та специфіки їх з'єднань між собою. Оптимізувати такі конструкції складно через відсутність фактичних характеристик їх циклічної дефектостійкості зі структурною зміною матеріалу в біляшовній зоні у

відповідності до конкретної технології виготовлення, особливо, складних зварних стикових з'єднань, а також геометрії поперечних перетинів тонкостінних елементів, відкритого та замкнутого профілю.

Таблиця 1 – Амплітуди змінних напружень тримкої рами причепа тракторного 2ПТС -4 (887Б)

№ датчика	Амплітуди напружень, МПа			№ датчика	Амплітуди напружень, МПа		
	Макс.	Середн.	Мін.		Макс.	Середн.	Мін.
1.	<30	-	-	10	98	57	33
2.	38	36	31	11	140	80	35
3.	43	32	30	12	105	52	24
4.	170	77	36	13	127	53	31
5.	118	61	39	14	98	54	26
6.	140	69	35	15	178	87	38
7.	117	58	37	16	390	380	360
8.	161	70	38	17	360	340	310
9.	84	49	31	18	<300	-	-

Реалізація методики вироблення критеріїв оцінки міцності і прогнозування ресурсу роботи конструкцій, схематизовано проводиться у наступній послідовності:

1. Дослідження кінетики розвитку дефектності натурних елементів конструкцій, наприклад, лонжеронів рам.

2. Одержання аналітичних залежностей для визначення коефіцієнтів інтенсивності напружень (КІН), δ - розкриття тріщин.

3. Визначення характеристик дефектності матеріалів металоконструкцій;

4. Побудова діаграми руйнування натурних профілів, наприклад, лонжеронів рам з поперечинами;

Найбільш раціонально і ефективно є визначення реальної циклічної навантаженості в опорах або кріпленнях конструктивної системи шляхом встановлення вимірювальних пристроїв, з паралельною наклейкою тензорезисторів лише у контрольних перетинах. Такий підхід забезпечує перенесення отриманої експериментальної бази даних (з використанням напрацьованих алгоритмів в динамічній і нелінійній постановці задач) не тільки на проектування розглядуваної конструкції, але і на аналогового типу машин. Забезпечує, в комплексі, прогнозування довговічності з оптимізацією ресурсу роботи, також при модернізації і удосконаленні даного типу конструкцій.

Список літератури

1. *Гуков Я.С.* Проблеми вітчизняного сільськогосподарського машинобудування та шляхи їх вирішення // Техніка АІ ІК. 2006. - № 5. – С. 12.

2. *Шебанін В.С.* Перспективи розвитку сільськогосподарського

машинобудування в Україні // Вісник агра науки Причорномор'я. - 2007. - № 2 (41). – С. 3-10.

3. *Кравчук В.* Пріоритетні напрямки наукових досліджень при прогнозуванні, випробуванні та сертифікації техніки і технологій АПК//Техніка АПК. – 2008. – № 1. – С. 6-7.

4. *Погорельй Л.В.* Испытания сельскохозйственной техники / Л.В.Погорельй, В.Я.Анилович // Научно-методические основы оценки прогнозирования надежности сельскохозйственных машин. Феникс, 2004. – 208 с.

5. *Болотин В.В.* Прогнозирование ресурса машин и конструкций. – М.: Машиностроение, 1984. – 312 с.

6. *Черновол М.* Надійність с/г техніки / М. Черновол, С. Гранкін, В. Малахов, В. Черкун. – К.: Урожай, 1998. – 208 с.

7. *Рибак Т.І.* Пошукове конструювання на базі оптимізації ресурсу мобільних сільськогосподарських машин. Підручник-посібник. Тернопіль. “Збруч”, 2003. – 332 с.

8. *Щурин К.В.* Прогнозирование и повышение усталостной долговечности несущих систем сельскохозйственных транспортных средств // Автореф. дис. докт. техн. наук. 05.20.01. Оренбург. – 1994. – 46 с.

Аннотация

ПОИСКОВОЕ КОНСТРУИРОВАНИЕ ЗАДЕРЖКИ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ ТРАКТОРНЫХ ПРИЦЕПОВ

Попович П.В., Грицай Ю.В., Довбуш Т.А.

Рассмотрены концептуальные подходы поискового проектирования мобильных сельскохозйственных машин с прогнозированием ресурса работы, обоснованно эффективность при решении указанных аналитически – поисковых и экспериментально – исследовательских проблем.

Abstract

EXPLORATORY DESIGN HARDWARE SUPPORT FOR TRACTOR TRAILERS

P.Popovych, Y. Hrytsai, T. Dovbuch

Conceptual approaches of the searching constructing of mobile agricultural machines are considered with prognostication of resource of work, grounded efficiency at the decision of indicated analytically – searching and experimentally – research problems.