

**ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ МОБІЛЬНИХ
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН ШЛЯХОМ
ОЦІНКИ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ ЇХ ТРИМКИХ
КОНСТРУКЦІЙ**

**Рибак Т.І., д.т.н., проф., Попович П.В., к.т.н., доц.,
Миць В.І., Бортник І.М.**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

У роботі розглядаються проблеми підвищення надійності мобільних сільськогосподарських машин шляхом пошуку ефективної методики прогнозування несучої здатності їх тримких конструкцій.

Конструкції рам сільськогосподарських (с/г) машин складають 13-47% маси та визначають їхню довговічність в загальному. Виготовлення рам здійснюється шляхом зварювання їхніх складових вузлів. Основні види вузлів у зварних рамах — з'єднання прокатних профілів, які розміщені в різних комбінаціях: із з'єднанням через додаткові елементи (накладки, косинки тощо), або з безпосереднім з'єднанням. В процесі роботи зварних вузлів рам с/г машин найменшу довговічність мають зварні з'єднання (ЗЗ). Причиною руйнування є різкий перепад жорсткості при переході від одного елемента вузла до іншого, велике скупчення зварних швів, дефекти ЗЗ. Розрахунки зварних рам с/г машин базуються на традиційному обчисленні міцності за допустимими напруженнями. При таких розрахунках запас міцності за допустимими напруженнями не характеризує дійсного стану ресурсу роботи та причин руйнування основних несучих базових вузлів с/г машин. До того ж величини запасів міцності задаються з надлишковим запасом без урахування вичерпних можливостей несучої здатності конструкцій. При наявності в елементах конструкцій початкових дефектів (пори, непровари, тощо) при дії змінних навантажень, напруження руйнування будуть нижчими від межі текучості в 1,5 у 4 рази [1,2]. Проблема проектування несучих рам мобільних с/г машин, на сучасному рівні, пов'язана з оптимізацією їх елементів за матеріаломісткістю, геометрією побудови основних принципів схем та прогнозуванням ресурсу роботи даних складальних одиниць. Відчутний ефект досягається шляхом вирішення проблем аналітично-пошукового та експериментально-дослідницького характеру:

- розробка алгоритму НДС конструкцій в динамічній постановці задачі з відповідним програмним забезпеченням і отримання на цій основі вірогідних числових значень шуканих параметрів;
- визначення реальної динаміки навантаженості розглядуваного об'єкта, шляхом проведення ґрунтовних експериментальних досліджень в натурних умовах експлуатації машин на найбільш характерних рельєфах зонах;
- вироблення критеріїв оцінки міцності з позиції тріщиностійкості при

мало- і багатоциклового втомному руйнуванні.

Прогнозування надійності та ресурсу роботи металоконструкцій зв'язаних рам на стадії проектування машин вимагає проведення системи цільових експериментів, які передбачають розв'язок наступних основних задач: створення моделі НДС конструкції; прогноз надійності конструкції. Ефективність розв'язання цих задач в значній степені залежить і визначається об'єктом і достовірністю експериментальних даних, тому враховуючи, що дослідження НДС та навантажень здійснюються, як правило, одночасно, необхідно дотримуватись загальних вимог до об'єкту дослідження і умов його експлуатації. Основою для створення моделей НДС конструкцій є натурні і напівнатурні експерименти на зразках, вирізаних переважно з реальних елементів машин. Основні вимоги до методики проведення напівнатурних досліджень включають обґрунтований і правильний вибір схеми навантаження та режиму досліджень. Вони повинні забезпечити відтворення характеру і виду руйнування типових для конкретного елемента конструкції, що відповідають експлуатаційним руйнуванням. При цьому не завжди відтворюють повністю весь експлуатаційний характер навантаження, оскільки об'єкт, що досліджується завжди може бути аналогічно зруйнований і без повного відтворення експлуатаційної навантаженості, тобто при імітації його навантаженості. Це дозволяє набагато простіше здійснювати вибір схеми навантаження, більш широко використовувати універсальне дослідне обладнання.

При виборі параметрів режиму циклічного навантажування натурних деталей, або елементів конструкцій необхідно дотримуватися відповідних принципів та враховувати наступні особливості:

1) експлуатаційний характер руйнування при лабораторних дослідженнях може бути виявлений при відповідному виборі схеми навантаження, причому важливе значення має режим навантаження за величиною та частотою їх прикладання; зміна навантаженості приводить до зміни механізму руйнування;

2) чим вище значення перевантаження по відношенню до границі витривалості матеріалу, тим менший ефективний коефіцієнт концентрації напружень, що може дати помилкову уяву про фактичну дію того чи іншого концентратора напружень у випадку роботи деталі на протязі довшого часу;

3) корозійний ефект із підвищенням частоти досліджень і рівня прикладених навантажень підвищується і збільшується разом із збільшенням бази.

Завдяки даним дослідженням маємо можливість з максимальною вірогідністю та точністю визначити фактичну міцність і установити ресурс критичних елементів основних несучих конструкцій с/г машин. Це обумовлено тим, що натурні вузли у більшості випадків відрізняються незначно від малогабаритних зразків, виготовлених чи безпосередньо вирізаних із тих же профілів; характер епюр залишається без змін. Не змінюється і градієнт механічних властивостей по перерізу у зв'язку з такою ж

технологією виготовлення зразків [2].

Аналогічно, як і в натурних конструкціях, витривалість вирізаних із них (чи виготовлених) малагабаритних зразків у значній мірі залежить від одночасної дії наступних факторів: напруженого стану, викликаний умовами навантаження, нерівномірності розподілу і концентрації напружень, впливу абсолютних розмірів, стану поверхневого шару і дією залишкових напружень, впливу експлуатаційних умов. При розробці теоретичних засад усунення "зайвих" в'язей основних несучих конструктивних структур, досить ефективним виявився метод оснований на принципі мінімуму потенціальної енергії деформації [2]. Особливий ефект отримано при модифікації цього методу з врахуванням лише енергії деформації від депланації елементів відкритого профілю і розробка на цій основі комбінованого методу. Для врахування динамічних навантажень при експлуатації, проводиться їхнє експериментальне визначення. Відповідні компоненти динамічних навантажень та прискорень реєструються в умовах, максимально наближених до експлуатаційних. Для визначення динамічних навантажень, що виникають в реальних умовах експлуатації машин, 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, особливо мобільних с/г машин і бурякозбиральних комплексів зокрема. Крім цього, проводяться випробування на циклічну тріщиностійкість конструкційних матеріалів і натурних зразків виготовлених відповідно реальній конструкції. Методика експериментальних досліджень реалізується здебільшого встановленням спеціальних динамометрів [3] під опори основних мас на раму, вісь ходової частини, несучий каркас тієї чи іншої машин або агрегату. Реєстрація випадкових величин проводиться безпосереднім введенням числових даних в пам'ять комп'ютера, з наступною статистичною обробкою і систематизацією. Визначення трьохкомпонентних динамічних характеристик, проводиться у відповідності до розміщення динамометрів на машинах. Дослідження динамічної навантаженості проводиться за схемою у відповідності з режимом виконання технологічного процесу машинно-тракторним агрегатом. Визначення фактичних напружень в окремих перетинах і встановлення адекватності з аналітичними значеннями проводяться у відповідності з відомими методиками [4,5].

Аналіз напруженого стану рам с/г машин дозволяє знайти елементи, найбільш небезпечні з точки зору тріщиностійкості (наприклад січення, в яких високий рівень навантаженості поєднується з концентрацією напружень). На наступних етапах розрахунку доцільно провести аналітичне дослідження НДС рами з тріщиною у виділеному елементі рами і експериментальне визначення основних характеристик циклічної тріщиностійкості для даного.

Процес розвитку тріщини описується диференціальними рівняннями. Інтегрування цих рівнянь дозволяє отримати рішення поставленої

задачі - побудувати залежність довговічності рами від початкового розміру дефекту. Також визначаються розміри допустимих дефектів конструкції за розрахунковий період її експлуатації. Для розробки методики оцінки несучої здатності і залишкової довговічності мобільних с/г машин, за механізмами навантаженості несучих елементів та вузлів, формуються класи несучих вузлів. Для кожного з класів будуються розрахункові моделі на основі першого закону термодинаміки: складається баланс енергії і зміни швидкості енергії для конструкції с/г машини, після обчислюється швидкість руйнування і прогнозується ресурс роботи.

Список використаних джерел.

1. РТМ 23.2.75.- 82. Руководящий технический материал. Рамы сварные сельскохозяйственных машин. Конструкторско-технологическое проектирование. Введ.01.01.82–М.: ВИСХОМ,1982.–111с.
2. Рибак Т. І. Пошукове конструювання на базі оптимізації ресурсу мобільних сільськогосподарських машин. – ВАР. ”ТВПК “ЗБРУЧ”, 2003. – 332 с.
3. Рибак Т.І. та інші. "Динамометр" АС N887950.- М. 1980.
4. Дарчук А.И. и др.. Усталостное разрушение и долговечность конструкций.- К.: Наукова думка, 1992.- 184 с.
5. Рибак Т.І. та інші. Випадкові величини (явища) та їх систематизація в аналітичних та експериментальних досліджень. Методичний посібник. Тернопіль-Львів, 1998. - 52 с.

Abstract

INCREASE OF DURABILITY OF MOBILE AGRICULTURAL MACHINES THE WAY OF ASSESSING OF CARRYING CAPACITY OF THEIR CONSTRUCTIONS SUPPORT

Rybak T.I., Popovich P.V., Myts V.I., Bortnyk I.M.

The paper deals with the problems improving the reliability of mobile agricultural machines by searching for effective methods of forecasting the bearing capacity of the supporting constructions.

Аннотация

ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ МОБИЛЬНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН ПУТЕМ ОЦЕНКИ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ИХ ОПОРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Рыбак Т.И., Попович П.В., Мыць В.И., Бортник И.М.

В работе рассматриваются проблемы повышения надежности мобильных сельскохозяйственных машин путем поиска эффективной методики прогнозирования несущей способности их опорных конструкций