

## ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ МОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

**Попович П.В., к.т.н., доц., Миць В.І., аспірант, Бортник І.М., аспірант.**  
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя.)

*Розглянута проблематика вибору раціональної методики визначення показників надійності базових вузлів мобільної техніки.*

Тримкі металоконструкції складають майже половину маси мобільних машин та визначають їхню довговічність в цілому. Як правило, рами виготовляються шляхом зварювання їхніх складових вузлів виготовлених з вуглецевої прокатної сталі. Основні види вузлів у зварних рамах — з'єднання прокатних профілів, які розміщені в різних комбінаціях: з безпосереднім з'єднанням чи із з'єднанням через додаткові елементи (накладки, косинки тощо). При роботі зварних вузлів несучих конструкцій мобільної техніки найменшу довговічність мають зварні з'єднання (ЗЗ). Причина руйнування — різкий перепад жорсткості при переході від одного елемента вузла до іншого, велике скупчення зварних швів, їхнє розміщення у місцях високих напружень при дії експлуатаційних навантажень, дефекти ЗЗ. Розрахунки зварних рам мобільних 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 мобільної техніки, а також технологічних та експлуатаційних факторів. До того ж величини запасів міцності задаються з надлишковим запасом без урахування вичерпних можливостей несучої здатності конструкцій. Крім того, на вихід з ладу мобільних машин суттєво впливає фактор концентрації напружень, особливо в найбільш навантажених перетинах. 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 сільськогосподарських 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-ослідницького 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 і кліматичних зонах, з вибором особливостей оброблюваних площ. Наступною процедурою є статистична обробка отриманого цифрового матеріалу.

Прогнозування надійності та ресурсу роботи металоконструкцій зварних рам на стадії проектування машин вимагає проведення системи цільових експериментів які передбачають розв'язок наступних основних задач: створення моделі НДС конструкції, який відповідає реальним умовам експлуатації машин даного класу; 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 еле-

ментів основних несучих конструкцій мобільної техніки. Це обумовлено тим, що натурні вузли (деталі) у більшості випадків відрізняються від малогабаритних зразків, виготовлених чи безпосередньо вирізаних із тих же профілів; характер епюр, також напрям дії сил 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) малогабаритних зразків у значній мірі залежить від сумарної (одночасної) дії наступних факторів: напруженого стану, який викликаний умовами навантаження, нерівномірності розподілення і концентрації напружень, впливу абсолютних розмірів, масштабного фактору, стану поверхневого шару і дією залишкових напружень, впливу експлуатаційних умов (частоти навантаження і т.п.). Для оцінки характеру напруженого стану елементів конструкції і визначення шляхів пошуку оптимальних параметрів важливе значення має теоретичний підхід до визначення силових факторів у перерізі елемента за повним напруженим станом. При розробці теоретичних засад усунення "зайвих" в'язей основних несучих конструктивних структур, особливо мобільної техніки, досить ефективним виявився метод оснований на принципі мінімуму потенціальної енергії деформації [2]. Для врахування динамічних навантажень, які виникають 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, розроблені і виготовлені спеціальні вимірювальні пристрої, 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 мобільної техніки і бурякозбиральних комплексів зокрема. Крім цього, забезпечується проведення випробувань на циклічну тріщиностійкість конструкційних матеріалів і натурних зразків виготовлених відповідно реальній конструкції. 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 [3,4].

Процес розвитку тріщини описується диференціальними рівняннями. Інтегрування цих рівнянь дозволяє отримати рішення поставленої задачі - побудувати залежність довговічності рами від початкового розміру дефекту. Також ви-

значаються розміри допустимих дефектів конструкції за розрахунковий період її експлуатації. Для розробки методики оцінки несучої здатності і залишкової довговічності мобільних машин, для заданого класу машин, за механізмами навантаженості несучих елементів та вузлів (геометрично можуть бути не подібними) 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 мобільної техніки, після обчислюється швидкість руйнування і прогнозується ресурс роботи.

## **Список літератури**

1. РТМ 23.2.75.- 82. Руководящий технический материал. Рамы сварные сельскохозяйственных машин. Конструкторско-технологическое проектирование. – Взамен РТМ 23.2.54. – 75; Введ. 01.01.82 – М.: ВИСХОМ, 1982. – 111 с.
2. Рибак Т. І. Пошукове конструювання на базі оптимізації ресурсу мобільних сільськогосподарських машин. – ВАТ. ”ТВПК “ЗБРУЧ”, 2003. – 332 с.
3. Дарчук А.И. и др.. Усталостное разрушение и долговечность конструкций.- К.: Наукова думка, 1992.- 184 с.
4. Рибак Т.І. та інші. Випадкові величини (явища) та їх систематизація в аналітичних та експериментальних досліджень. Методичний посібник. Тернопіль-Львів, 1998. - 52 с.

## **Анотація**

### **Особенности определения показателей надежности мобильной техники**

Попович П.В., Мыць В.И., Бортник И.М.

*Рассмотрена проблематика выбора рациональной методики определения показателей надежности базовых узлов мобильной техники.*

## **Abstract**

### **Features determination the reliability of mobile technique.**

P. Popovich, V. Myts, I. Bortnyk

*Are considered the problems of the rational methodology for determining the reliability indices of basic units of the mobile technique.*