

УДК 669.539

## ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ РЕСУРСУ НЕСУЧИХ СИСТЕМ ПРИЧІПНИХ МАШИН

**Попович П.В., доц., Миць В.І., Бортник І.М.**

*(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)*

*У роботі досліджено особливості оцінки ресурсу причепів на етапах проектування з урахуванням умов експлуатації.*

Несучі системи причепів, складаючи вагому частку їхньої маси, характеризують довговічність в цілому. З причин різних умов експлуатації та режимів навантаження несучі металоконструкції відрізняються великою різноманітністю. Основні види вузлів у зварних конструкціях - з'єднання профілів прокату, розташованих в різних комбінаціях, характерною особливістю є те, що зварні шви мають малу довжину і розташовані в різних напрямках [1, 2].

Складовою частиною проектування зварних несучих систем є розрахунок їх міцності і довговічності, для якого необхідне проведення досліджень витривалості найбільш навантажених зварних вузлів. З метою скорочення часу, затраченого на проведення розрахунково-експериментальної оцінки, мінімізації затрачених коштів і, відповідно, зниження собівартості виробу, необхідним є застосування довідників, що включають показники витривалості конструкційно-технологічних варіантів вузлів, які мають раціональніші показники у порівнянні з іншими варіантами [1, 3].

При проектуванні нових причепів, розробці типу зварних вузлів рамних конструкцій передують класифікація вузлів за конструктивними формами і видами навантаження, відпрацювання раціональних варіантів типових вузлів, типізація профілів прокату. Як правило, на етапі проектування оцінка несучих конструкцій включає розрахунки на витривалість найбільш навантажених зварних вузлів для оцінки міцності і довговічності конструкції в цілому. З цієї причини, на етапі проектування, при відсутності результатів тензометрування створюваної конструкції, необхідно застосовувати адекватну математичну модель прогнозування ресурсу конструкції [4].

Для металоконструкцій часто застосовуються модифікації лінійної гіпотези сумування накопичених пошкоджень від втоми: втоми пошкодження, яке спричинене амплітудою напруження є частиною від загального, яке відповідає появі тріщини втоми, або пошкодження викликане циклом напруження, не залежить від стану деталі в даний момент і від попереднього навантаження, а сумується з пошкодженнями, викликаними попередніми циклами. Величина змінних напружень і кількість циклів їх зміни, яку може витримати металоконструкція до руйнування пов'язані між собою кривою Велера, з рівняння якої [5]

$$\sigma^m \cdot N = \sigma_R^m \cdot N_0 \quad (1)$$

де  $m$ -показник степеня, залежить від матеріалу, виду навантаження, концентрації напружень і коефіцієнта асиметрії, характеризує нахил лівої частини кривої до осі абсцис, дорівнює котангенсу кута  $\alpha$ , нахилу лівої гілки кривої втоми.

Результуюча залежність для оцінки ресурсу відповідно до [3]

$$T = a/D \quad (2)$$

де  $a$  — безрозмірна величина накопиченого пошкодження для стадії граничного стану;

$$D = n \cdot \int_{\sigma_{\min}}^{\sigma_{\max}} \frac{f(\sigma)}{N(\sigma)} d\sigma \quad (3)$$

$D$  - накопичене пошкодження за одиницю часу.

$n$  - очікувана кількість циклів за одиницю часу;

$f(\sigma)$  - густина розподілу амплітуд напружень;

$N(\sigma)$  - рівняння кривої втоми.

Для обчислення ресурсу  $T$  на етапі проектування при  $a = 1$  застосовуються параметри рівняння кривої втоми металоконструкції.

У машинобудуванні, для випадку багатоциклової втоми, задовільну згоду з емпіричними розподілами забезпечує розподіл Вейбулла – Гнеденка [2, 3, 5].

Отже, для попередньої оцінки ресурсу на етапі проектування несучих металоконструкцій причепів застосовується залежність:

$$T = \left[ n \cdot \int_{\sigma_{\min}}^{\sigma_{\max}} \frac{\left( \frac{E}{(0.55V^2 - 0.57V + 1.02)} \right)^{v-1.069} \left( \frac{\sigma}{(0.55V^2 - 0.57V + 1.02)} \right)^{(v-1.069-1)} \cdot e^{-\left( \frac{\sigma}{(0.55V^2 - 0.57V + 1.02)} \right)^{v-1.069}}}{N_0 \cdot \left( \frac{\sigma}{\sigma_R} \right)^m} d\sigma \right]^{-1} \quad (4)$$

При проведенні обчислень за вказаною залежністю рами причепа 2ПТС-4

[6], з аналізу експлуатаційних випробувань  $\sigma_{\max} = 171$  Мпа,  $\sigma_{\min} = 30$  Мпа, для

матеріалу рами причепа  $N_0 = 2 \cdot 10^6$ , межа текучості  $\sigma_R = \sigma_{-1} = 220$  МПа, математичне сподівання  $E = 140$ . Згідно рекомендацій [1, 5], приймаємо очікувану кількість циклів за одиницю часу  $n = 100$ , показник степеня  $m = 4$ .

Після проведення обчислень, прогнозований ресурс причепа

$T - 0.268 \cdot 10^6$ , згідно з результатами експериментальних випробувань [6]  
 $T - 0.282 \cdot 10^6$ , отже запропонована модель попередньої оцінки ресурсу достатньо корелює з результатами проведених польових досліджень дослідженнями.

### Список літератури:

1. РТМ 23.2.75.- 82. Руководящий технический материал. Рамы сварные сельскохозяйственных машин. Конструкторско-технологическое проектирование. – М.: ВИСХОМ, 1982. – 111 с.
2. Рибак Т.І. Пошукове конструювання на базі оптимізації ресурсу мобільних с/г машин. Посібник. Тернопіль. “Збруч”, 2003.-332с.
3. Дмитриченко С. С. Методы обеспечения требуемых показателей металлоемкости и долговечности мобильных машин // Вестник машиностроения. — 2003, № 9.
4. Дмитриченко С. С. Опыт расчетов на прочность, проектирования и доводки сварных металлоконструкций мобильных машин // Тракторы и сельскохозяйственные машины. — 2006, №1.
5. М. Черновол, С. Гранкін, В. Малахов, В. Черкун. Надійність с/г техніки.- К.: Урожай, 1998. -208с.: іл.
6. Методика ускоренных прочностных испытаний несущих систем машин на полигоне КубНИИТиМ//ВО „Союзсельхозтехника” Совета Министров СССР.- Новокубанск: КубНИИТиМ, 1968.-213с.

### Аннотация

#### **Особенности расчета ресурсов несущих систем прицепных машин**

Попович П.В., доц., Мыць В.И., Бортник И.М.

*В работе исследованы особенности оценки ресурса прицепов на этапах проектирования с учетом условий эксплуатации.*

### Abstract

#### **Features calculation resource of metal structures support for trailed machines**

P. Popovich, V. Myts, I. Bortnyk

*The paper investigates the features of the resource assessment trailers during the design considering operating conditions.*