

**МОДЕЛЮВАННЯ ТА ЕСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ
КІНЕТИКИ ВТОМНИХ ТРІЩИН ДРАБИННИХ РАМ
НАПІВПРИЧЕПІВ**

I.G. Grabar, V.E. Tytarenko

**MODELLING AND EXPERIMENTAL INVESTIGATION
OF THE FATIGUE CRACK KINETICS IN SEMITRAILER
UNDERFRAME LONGERONS**

I.G. Grabar, V.E. Tytarenko

Житомирський державний технологічний університет, Україна

Abstract It was developed a system of cyclic trials for investigation of vitality of critic zones of langeron frame ladder constructions and shown the results of tests on low-cycle fatigue of its natural elements in the work.

Прогнозування ресурсу рам напівпричепів з врахуванням технологічних та експлуатаційних дефектів конструкцій, а також кінетики сітки тріщин недостатньо вивчено.

В області циклічних випробувань несучих систем автотранспортних засобів (АТЗ) для вирішення задачі прогнозування ресурсу виконано відносно мало робіт. Недоліком запронованих методів оцінки ресурсу є не врахування технологічних та експлуатаційних тріщин, з якими конструкція рами може працювати довгий час, що займає значну долю ресурсу.

Для обґрунтування ресурсу зварних рам важливим є врахування таких факторів як вид зварного з'єднання, вид механічної обробки, вплив корозії, масштабного фактору та інших.

Тріщиностійкість великорозмірних лонжеронних рам напівпричепів при їх експлуатації залежить від багатьох факторів, основними з яких є характеристики циклічних навантажень з асиметрією, що можуть стохастично змінюватись від нерівностей шляху. Для прогнозування характеристик кінетики втомних тріщин вузлових зон рамних конструкцій вибраний силовий критерій та віднульовий цикл навантажень від усереднених середньостатистичних нерівностей шляху.

Для розробки системи випробувань на циклічну витривалість було використано гіпотези:

1) про визначальний вплив на розвиток тріщин того або іншого виду навантажень, що приймалася за головне [4];

2) про можливість визначення НДС при статичних або циклічних навантаженнях рам через випробування їх частин на натурних елементах конструкцій [4 - 6], а також було побудовано (рис.1, рис.2):

1) енергетичні спектри навантажень від нерівностей шляху для середньостатистичних значень величин висот нерівностей $q_0 = 2$ см та їх кількості $n = 300$ на 1 км шляху;

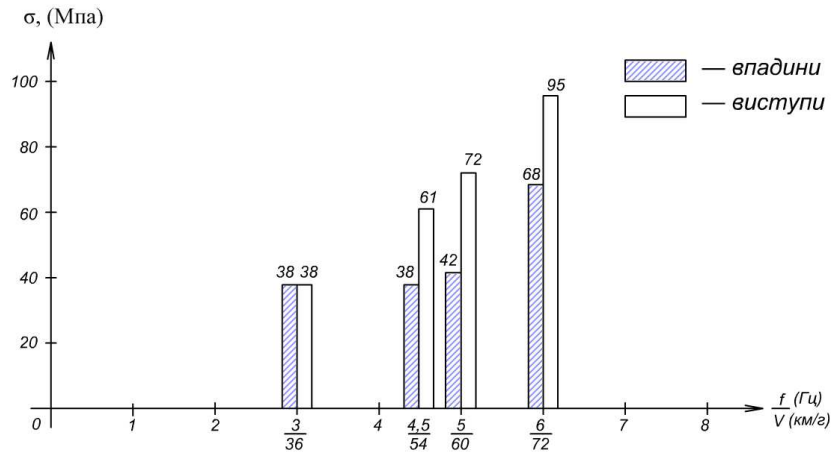


Рис.1. Енергетичні спектри навантажень в критичних точках рами від нерівностей шляху.

2) експериментальну установку для циклічних випробувань Н-подібного фрагменту рами.

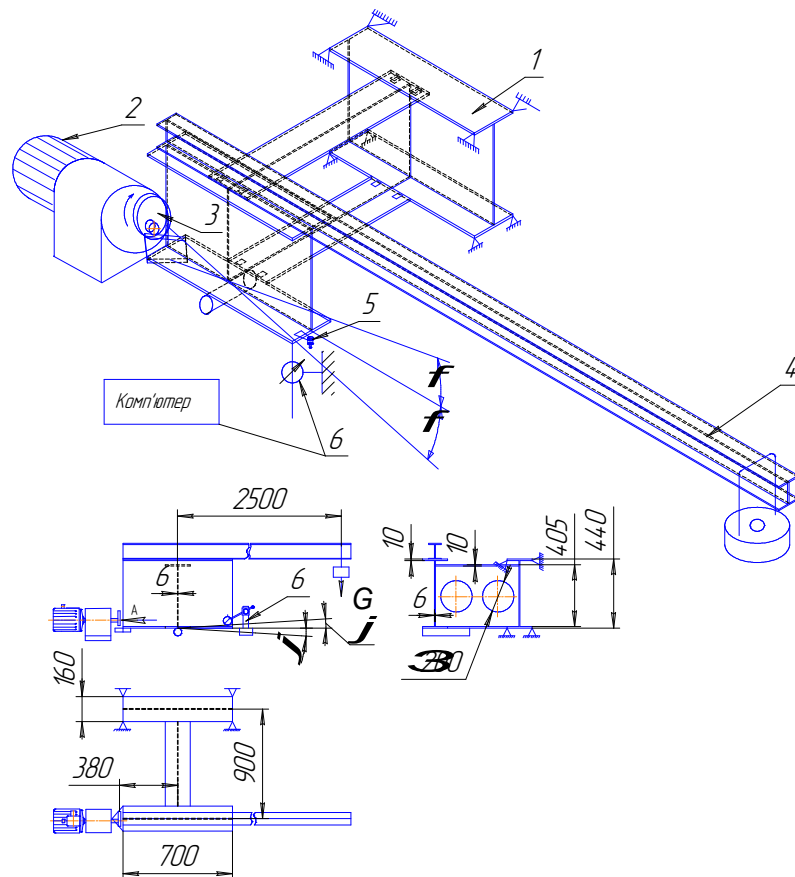


Рис.2. Стенд для циклічних випробувань натурних елементів рами.

Експериментальна установка дозволяє створювати широкий спектр циклічного кручення поперечини Н-подібного натурального зразка рами.

Вперше показана руйнуюча дія напружень зневоленого кручення поперечини на вертикальну стінку лонжерона. В результаті проведених малоциклових випробувань досліджено кінетику розвитку тріщин у вузловому з'єднанні рамного контуру. На рис. 3 показані кінетичні залежності швидкості розвитку втомних тріщин від числа циклів навантажень в реальних координатах. Всі тріщини починали розвиватись із зварного шва вузлового з'єднання поперечини з лонжероном і поширювались в площині вертикальної стінки лонжерона.

Особливості отриманої картини сітки тріщин вузлового з'єднання рами від циклічного зневоленого кручення поперечини в жорсткому режимі навантаження полягають у сповільненні швидкості їх розвитку в порівнянні з початковою. Це пояснюється зменшенням жорсткості кручення вузла рами та перерозподілом НДС від впливу накопичення пошкоджень.

Для визначення безпечності розвитку втомних тріщин побудовано КДВР зразка матеріалу конструкції та визначена функція змінного НДС від картини тріщиноутворення через зміну градієнтів швидкості та податливості вертикальної стінки лонжерону (жорсткості кручення вузлового з'єднання рами). Відповідність КДВР зразка матеріалу сталі Ст.3 доведена через порівняння напружень бруто при визначенні їх за КДВР та кінцевоелементним ліцензованим програмним забезпеченням АРМ "Winmashin".

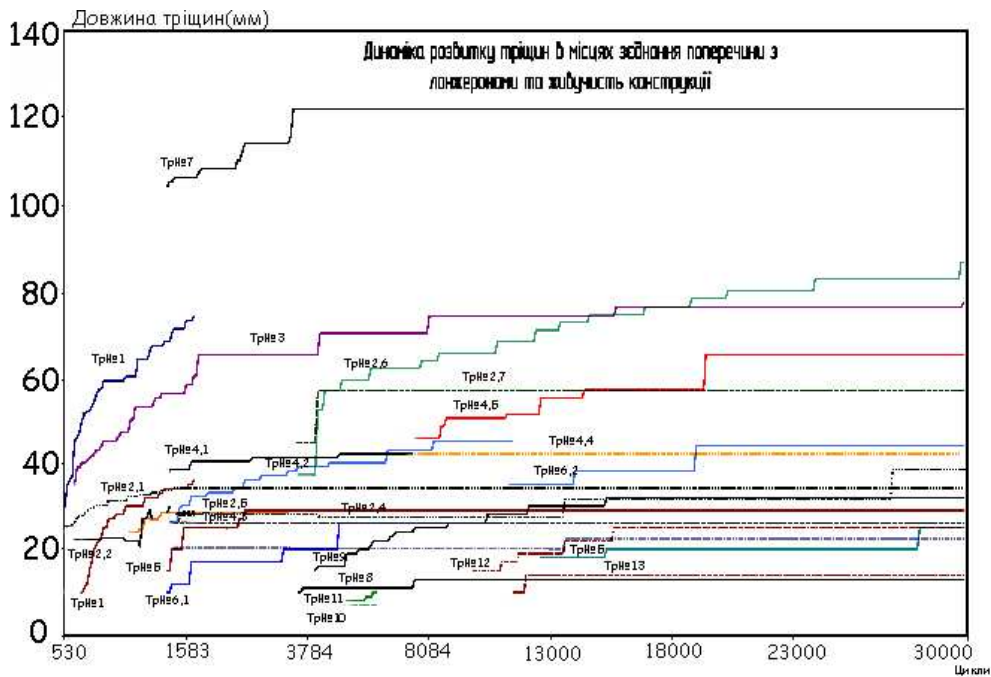


Рис.3. Кінетичні залежності розвитку втомних тріщин вузлового з'єднання рами.

В результаті проведеного експерименту малоциклових випробувань критичних зон встановлена важлива залежність кута закручування поперечини рами від числа циклів навантаження, що показана на рис. 4, дозволяє оцінити податливість конструкції з тріщинами та функцію змінного НДС від накопичення пошкоджень.

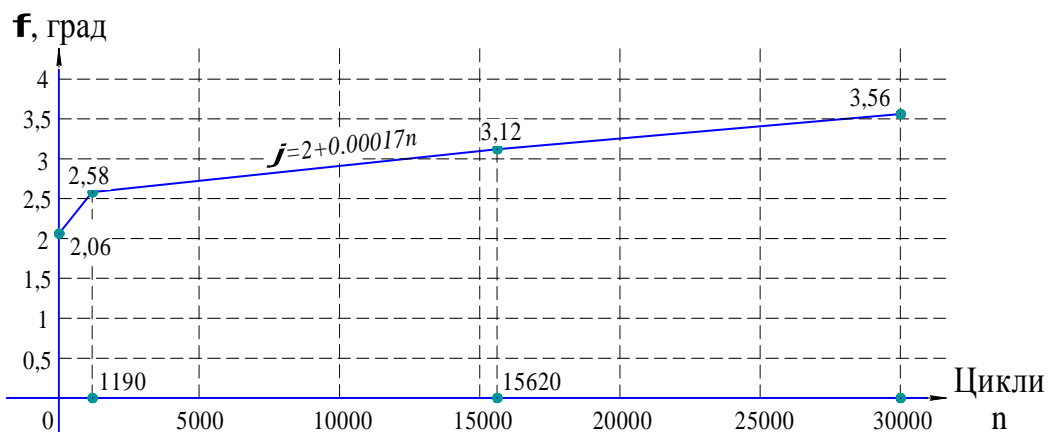


Рис.4. Зміна кута закручування поперечини рами від числа циклів навантажень.

Прогнозування ресурсу рами виконано з врахуванням змінного НДС на основі уявлень термоактиваційного руйнування С.М.Журкова з наближеннями проф. І.Г. Грабара для оцінки енергії активації та активаційного об'єму [2,3]:

$$\tau_p = \tau_0 \exp \frac{U_0 - \gamma \sigma Y}{RT}$$

де: $U_{oc} = \frac{5}{3} RT \ln \frac{[1]}{\tau_0}$ - енергія активації при циклічних навантаженнях,

$\gamma_c = \gamma_{cm} \left(\frac{U_{oc}}{U_{ocm}} \right)^n$, $n = 1 \dots 2$ активаційний об'єм при циклічному навантаженні,

R – універсальна газова стала, τ_0 - період теплових коливань атомів.

Значення $n=1,6$ визначено з експерименту. Методика визначення ресурсу конструкцій рам враховує матеріал конструкції, вид навантажень: статичні або циклічні та зміну НДС від накопичення пошкоджень у вузловому з'єднанні.

Висновки

Розроблено методику оцінки податливості пошкодженої конструкції та прогнозування ресурсу.

Запропоновано методологію визначення безпечності тріщин у вузлових з'єднаннях рам.

Встановлено закономірності впливу на швидкість розвитку втомних тріщин накопичення пошкоджень в критичній зоні конструкції.

Визначено критичну тріщину через зведення сітки тріщин до однієї еквівалентної, що є важливим для оцінки граничного стану конструкції.

Література

1. Трощенко В.Т., Покровский В.В., Прокопенко А.В. Трещиностойкость металлов при циклическом нагружении. – К.: Наукова думка, 1987. – 251с.
2. Грабар І.Г. Основи надійності машин. – Житомир: ЖІТІ, 1999. – 296 с.
3. Грабар І.Г. Термоактиваційний аналіз та синергетика руйнування. – Житомир: ЖІТІ, 2002 р. – 305 с.
4. Проскураков В.Б. Динамика и прочность рам и корпусов транспортных машин. „Машиностроение”. – Л.,1972. – 229с.
5. Лельчук Л.М., Сархошьян Г.Н., Кобрин М.М., Гурман В.С. Испытание и ремонт автомобильных рам. – М.: „Таврия”, 1974. -224с.
6. Прогнозирование ресурса несущих элементов рам автомобилей. Оперативно-информационные материалы Института проблем надёжности и долговечности машин. – Минск. 1991. – 55 с.