

Я. Ковальчук, к.т.н., доц., Н. Шингера, к.т.н., доц., Я. Швед, асп.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ЛОКАЛІЗАЦІЯ НАПРУЖЕНЬ І ВТОМНЕ ПОШКОДЖЕННЯ ЗВАРНОЇ ФЕРМИ

Y. Kovalchuk, Ph.D., assoc. prof., N. Shynhera, Ph.D., assoc. prof., Y. Shwed

Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University

LOCALIZATION OF STRESSES AND FATIGUE DAMAGE OF A WELDED TRUSS

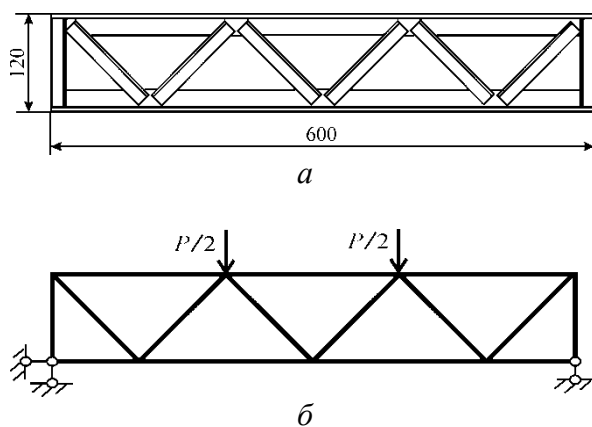
Abstract. An experimental study of the physical model of a rectangular welded truss under the action of a cyclic load on the structure was performed. It was found that under such conditions, the maximum stresses are formed in the upper part of the lower chord of the truss at the point where the brace of the K-shaped node is attached to it. As a result, a fatigue crack appears there, which spreads along the edge of the weld until the structure is completely destroyed.

Циклічні навантаження сприймають зварні фермові конструкції підймальних кранів, опор ліній електропередач, мостів. Їх надійність і довговічність при дії експлуатаційних навантажень залежить від параметрів напружено-деформівного стану (НДС), які формуються в елементах ферм і місцях їх з'єднання й зумовлюють зародження і поширення втомних тріщин аж до руйнування конструкції. Комплексний вплив стохастичних чинників на параметри НДС суттєво знижує вірогідність результатів, отриманих за класичними розрахунковими методиками та із використанням комп'ютерних моделюючих експериментів.

Метою роботи є виявлення місця зародження втомної тріщини й інтенсивності її поширення впродовж циклічного навантажування прямокутної зварної ферми.

Для досягнення поставленої мети використано методику напівнатурного експериментального дослідження.

Дослідження виконано на фізичній моделі зварної підкрюквяної ферми 600 мм x 120 мм (рис. 1,а) за схемою базування і навантажування, що відповідає експлуатаційним умовам для ферм такого типу (рис. 1,б).



в

Рис. 1. Зварна ферма
а – конструктивна схема; б – схема базування і навантажування; в – на випробувальному комплексі СТМ-100

Такий підхід дав можливість отримати якісну картину пошкодження і руйнування прямокутної зварної ферми при зменшенні витрат на виготовлення повномасштабних зразків і можливістю застосування існуючого випробувального комплексу СТМ-100 (рис.1,в).

Досліджено 5 зразків, виготовлених з вальцьованого кутникового профілю 20x20x4 мм зі сталі ВСт3пс з однієї поставочної партії. Вузлові з'єднання виконано ручним дуговим зварюванням електродами АНО-21 діаметром 3 мм зі струмами 150 А при горизонтальному розміщенні зразків одним зварювальником .

При напівнатурному експерименті створювали силові циклічні впливи з середнім навантаженням циклу $P_m=10$ кН, коефіцієнтом асиметрії навантаження $R= P_{min}/P_{max}=0,3$ і частоті циклу навантажування $\omega =30$ Гц. Такі навантаження не виходили за межі пружних деформацій конструкції.

Впродовж експериментів виконувався постійний візуальний контроль за станом досліджуваних зразків для виявлення моменту появи початкової втомної тріщини і місця її локалізації. Після фіксування початкової тріщини визначали приріст її довжини впродовж експерименту (рис. 2,а,б) аж до руйнування конструкції (рис. 2,в).

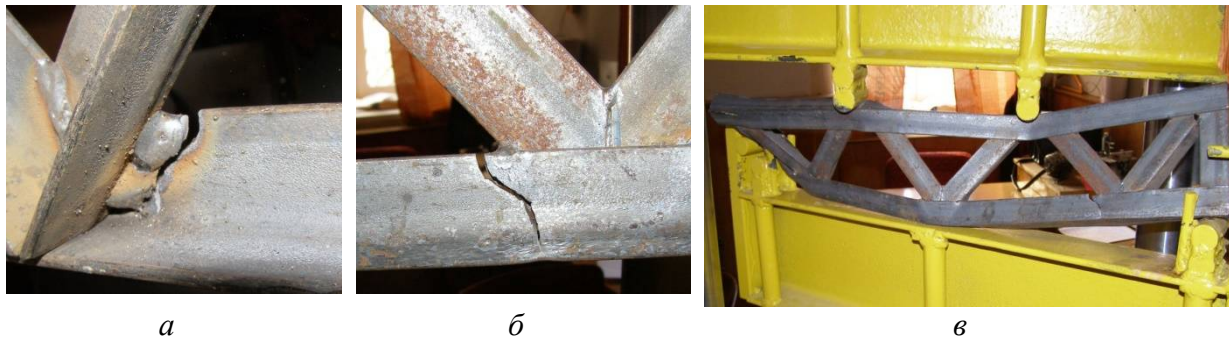


Рис. 2. Втомне пошкодження зварної ферми: *а* – локальне зі сторони зварного шва; *б* – локальне зі сторони протилежної до зварного шва; *в* – загальне руйнування зварної ферми внаслідок втомного пошкодження

Для кожного зразка визначено місце локалізації початкової тріщини та кількість циклів навантажування до появи пошкоджень, які можна виявити візуально N_I . Визначено швидкість росту втомної тріщини на різних етапах її поширення та кількість циклів навантажування зразків з тріщиною до втрати ними тримкості.

За результатами роботи отримано закономірності формування місць локалізації напружень в прямокутній зварній фермі та втомного пошкодження в околі зварних швів у вузлах ферми. Виявлено, що максимальні напруження формуються у верхній частині нижнього пояса ферми в місці приєднання до нього розкоса К-подібного вузла. Внаслідок цього там зароджується втомна тріщина, яка поширюється вздовж краю зварного шва аж до повного руйнування конструкції.

Отримані результати доцільно використати при визначенні залишкового ресурсу зварних конструкцій, які експлуатуються при циклічних навантаженнях для попередження їх аварійного руйнування.

Література.

1. Пат. №40196 Україна, МПК G01N 3/00. Пристрій для базування зварних ферм при випробуваннях на статичну та циклічну міцність / Шингера Н. Я., Ковальчук Я. О.; заявник і патентовласник Тернопіль. держ. техніч. ун-т. – №40196 ; заявл.13.11.08 ; опубл. 25.03.09, Бюл. №6.