

Section 3

FATIGUE STRENGTH WITH ALLOWANCE FOR THE EFFECT OF MANUFACTURING, DESIGN AND OPERATIONAL FACTORS

Секція 3

ОПІР ВТОМІ З УРАХУВАННЯМ ВПЛИВУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ, КОНСТРУКТИВНИХ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ФАКТОРІВ

МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ УДАРНО-ВТОМНОГО РУЙНУВАННЯ КОНСОЛЬНОЇ БАЛКИ ЗАЦЕМЛЕНОЇ БІЛЯ КОНЦЕНТРАТОРА

В.С. Караїм, М.С. Когут

WORKING METHOD FOR RECORDING A DIAGRAM OF IMPACT-FATIGUE FRACTURE OF A CANTILEVER BEAM RESTRAINED NEAR THE STRESS CONCENTRATOR

V.S. Caraim, M.S. Kogut

Львівський державний аграрний університет

Abstract In work the working method of record of diagram of shock-tireless destruction of beam standard is offered by a bend on a cantilever, which is jammed near concentrator in the device, fastened on the flag of the special setting developed on the base of engine of internal zgoryannya car ZIL-131-131. The record of such diagram is carried out from shtovhacha with glued on on him after the bridge chart of tenzodavachami, which from the circulating eccentric person of distributive vala enters by a butt end surface in the contact with the lower surface of beam; thus the got signal through a strengthener is written down in co-ordinates (R-t) or (R-N) in screen of oscillograph. Here R – effort of oudara; t, N – time and amount of cycles of vidnoulovogo cyclic deformation of standard accordingly.

The written down diagram has the appearance of triangle with a radius at a top and repeats oneself with the period of a next oberta eccentric person fist of distributive vala. She allows at the fixed bending on the day of concentrator to set the period of origin and period of distribution of crack in a net crossing of the jammed beam due to the change of its inflexibility.

High-quality and quantitative pictures of kinetics of origin and distribution of crack and the change of effort of bend R from the amount of cycles of shock-tireless deformation N is fixed by two video cameras, oboctivi which drive to the edge of consentratora of beam and on the screen of oscillograph accordingly. The value of amount of cycles of the N rotation of distributive vala with ecstsentricami is written down by a meter.

The described thus working method allows to forecast the resource of capacity of loaded at the beam indicated by a chart with concentrator taking into account influencing of brand of its material, thermal strengthening, working environment and other technological factors.

Вступ. Для вивчення впливу асиметрії циклу за умов ударного навантаження на утомлену міцність матеріалів і їх зварних з'єднань при плоскому згині призматичного

зразка розроблено установку на базі копра повторного удару типу ДСО [1,2], де удар здійснюють падаючою бабкою, що має зворотно-поступовий рух в напрямних ролика за допомогою привідного вала, при цьому притискання бабки до роликів і мотиля привідного вала проводиться затискачем. У цьому випадку випробувальні зразки закріплюють консольно на опорі 4-ма болтами.

Відома також установка для випробувань матеріалів і їх зварних з'єднань на втому при багатоцикловому навантаженні [3], яка має механізм ударного навантаження, а також механізм статичного навантаження і деформування, тобто створення коливань зразку. Зазначимо, що технологічні можливості такої установки дозволяють здійснювати як циклічне-віднульове навантаження випробувальному зразку-пластині при заданій амплітуді його прогину, так і ударне навантаження при заданих енергії удару і статичному навантаженні. В обох випадках статичне навантаження створює мінімальні напруження циклу, які вимірюють тензорезисторами, наклеєними на випробувальний зразок. Тут коефіцієнт асиметрії циклу можна змінювати від $R=0$ до $R=0,5$. В процесі експерименту отримували криві втоми ($\sigma \cdot N \cdot 10^5$ цикл.), за якими будували характерні діаграми зміни напружень в часі при повторному ударному навантаженні статично навантаженого і жорстко закріпленого зразка в спеціальному пристрої [2,4].

Мета досліджень - запис діаграми ударно-втомного руйнування балки деформованої згином на консолі, яка защемлена біля концентратора та запис пластичних смуг, які виникають на дні концентратора в процесі такого деформування на розробленій установці[5].

Робоча методика. Для реалізації поставленої розроблено блок-схему електронно-осцилографічної установки (рис.1), яка дозволяє здійснити в електронному записі діаграму руйнування в координатах навантаження час (P- τ).

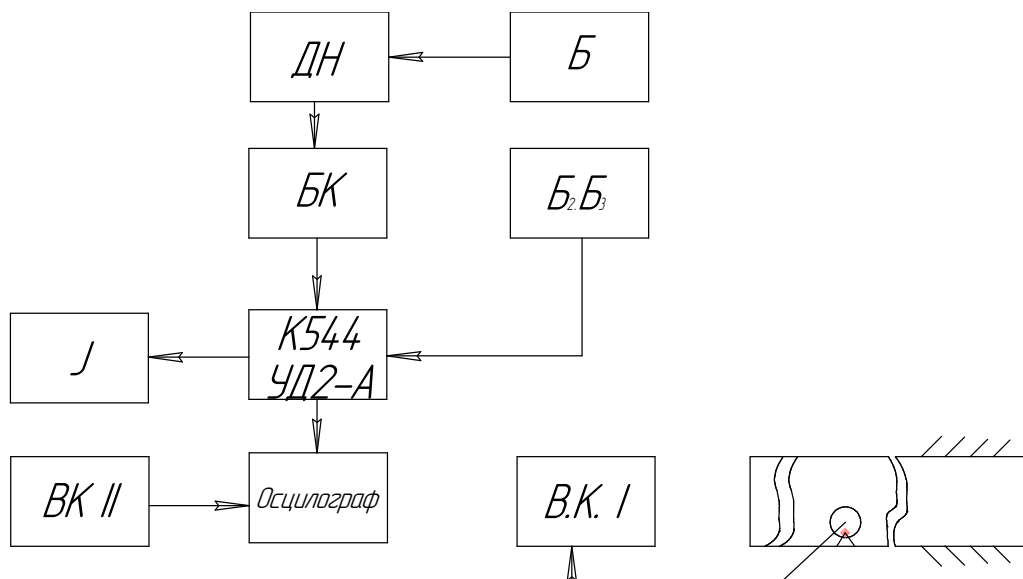


Рис.1. Блок схема електронно-осцилографічної установки для реєстрації синхронного запису навантаження - час (P- τ), а також візуального спостереження сигналу сили (P) після статичного тарування:

ДН – датчик навантаження; БК – блок компенсації (установка нуля); (Б, В₂, В₃) – акумуляторні батареї; К544УД2-А – підсилювач сигналу динамометра; ВКІ і ВКІІ – відеокамери; С1-86 – осцилограф; J – динамометр з індикаторним мікрометром для статичного тарування.

Для підсилення первинної інформації від давачів навантаження (дротяних тензометрів опору) в якості підсилення сигналу було використано мікросхему К544УД2А, яка забезпечує необхідну смугу пропускання сигналу з малим рівнем

власних шумів. Для реєстрації підсилених сигналів використали осцилограф (С1-68), за допомогою якого можна візуально вести їх спостереження і реєстрацію в часі. Для запису кривих діаграми і форми пластичної зони у вершини тріщини скористалися двома відеокамерами (ВК-1 і ВК-2). Статичне тарування величини сили P визначали відхиленням пучка осцилографа по вертикалі у взаємозв'язку з відхиленнями стрілки індикаторного мікрометра (j). Живлення давача навантаження (ДН), а також мікросхеми підсилювача К544УД2А здійснювали окремими акумуляторними батареями (Б, В₂, Б₃).

Коли йдеться про запис діаграми в координатах навантаження – час (P - τ) на випадок ударно-втомного деформування балкового зразка згином на консолі в момент контакту штока з нижньою поверхнею балки, сигнал від давача навантаження підсилювали гідропідсилювачем К544УД2А, який подавали на вхід осцилографа С1-68. Отриманий паралельно цей сигнал навантаження подавали на вхід мікроамперметра І, який реєструє величину статичного навантаження при таруванні. Процедури запису зміни зусилля деформування з екрану осцилографа і пластичних смуг на дні концентратора та появу там тріщини в процесі довготривалого ударно-втомного навантаження здійснювали відеокамерами ВК-1 і ВК-2, де час фіксували на екрані власним годинниковим механізмом відеокамер, а тривалості удару і паузи між ударами, часом розгортки пучка на екрані осцилографа. Як приклад, такий запис показано на рис.2.



Рис.2. Запис процесу знімання діаграми ударно-втомного руйнування відеокамерою з екрану осцилографа в процесі консольного деформування зразка-балки

Схема тарування давача навантаження показана на (рис.3). Саме тарування необхідне для визначення фактичного зусилля деформування балкового зразка за наведеною схемою, що дає можливість точного відліку масштабу сили на екрані осцилографа. Для найбільш раціонального розміщення давачів навантаження останні були наклеєні прямо на одній частині видозміненого штовхача, що є невідомою частиною вузла консольного деформування балки.

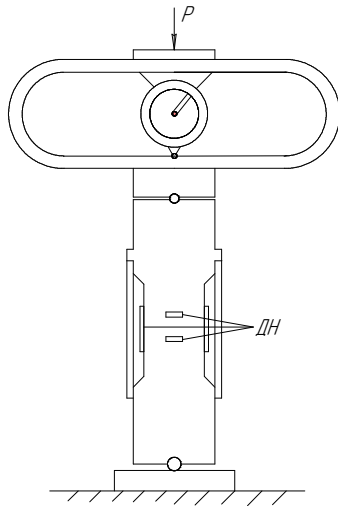


Рис. 3. Схема статичного тарування давача навантаження ДН, наклеєного на штовхачі за допомогою динамометра з індикаторним мікрометром

Обговорення результатів. Комплекс досліджень за розробленою методикою виконано на балкових зразках товщини, висоти, довжини відповідно $b \times h \times l = 25 \times 35 \times 200$ мм з боковим надрізом ($P \leq 0,1$ мм) розташованим біля защемлення. Згин балки на консолі проводили при зусиллі згину $P=800$ кг. Деформування такої балки здійснювали з робочою частотою установки $N=70$ циклів/хв. В процесі експерименту однією відеокамерою фіксували зміну P від кількості циклів N , яку записували на екрані осцилографа, а другою – момент зародження та поширення ударно-втомної тріщини на дні концентратора деформованої балки. Аби якісніше виявити ці зміни бокову поверхню балки в прилягаючій ділянці знаходження концентратора після шліфування – полірували та підсвічували пучком світла від електричної лампи.

Натуральна діаграма від двох ударів штовхача, тобто за два оберти ексцентрикового розподільного вала установки, яка знята першою відеокамерою з екрану осцилографа показана на рис.4.

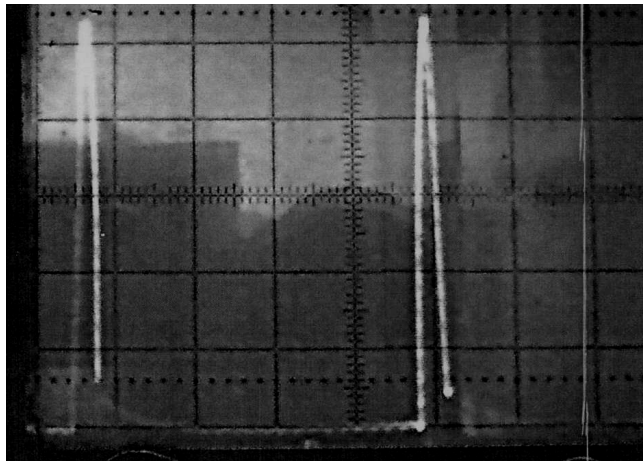


Рис.4. Загальний вигляд натуральної діаграми ударно-втомного деформування балкового зразка згином на консолі, защемленого біля концентратора

Зазначимо, що в процесі циклічного деформування до моменту зародження тріщини спостерігали стабільність величини P і кроку її появлення за цикл. В той же час з моменту зародження тріщини величина зусилля P дещо зменшується, але радіус при вершині діаграми збільшується, як на нашу думку, за рахунок зменшення жорсткості та податливості нетто – перетину зразка з тріщиною.

Характерні фото пластично деформованих смуг знятих другою відеокамерою показані на рис.5 а, б до моменту зародження тріщини і після її появи до заданої глибини відповідно.

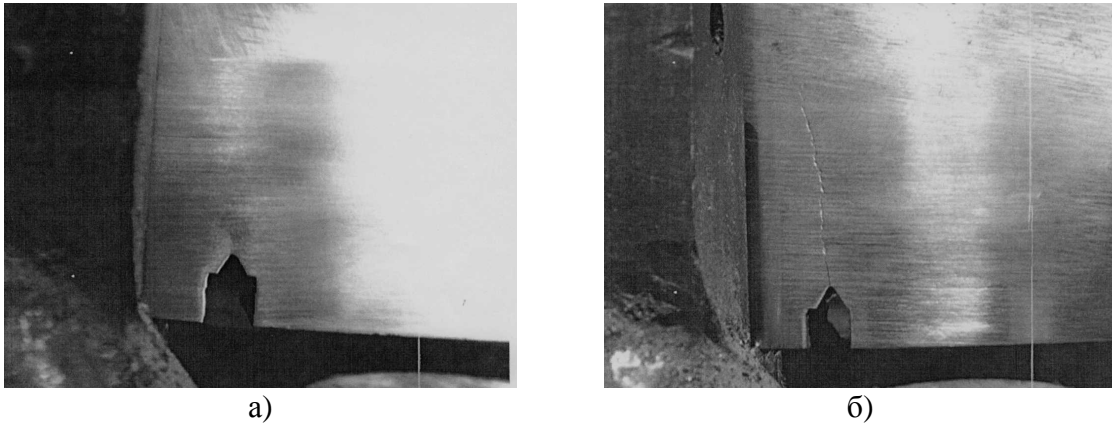


Рис. 5. Загальний вигляд зразка-балки: а) без тріщини на дні концентратора; б) з тріщиною на дні концентратора поширеною на глибину 5 мм в після циклічного деформування (режим деформування $N=75$ тис.циклів/хв, $Q_{зг}=800$ кг)

Що стосується кінетики появи пластичних смуг спереду фронту дна концентратора, то вона є такою. У продовж циклічного деформування балки за певний час на боковій поверхні спереду фронту концентратора спостерігається область пластичної зони з матовою поверхнею у формі смуг (ізоклин) з кутом розгалуження близько $70-72^\circ$ при вершині дна концентратора. Потім проходить їх ріст до критичної величини з подальшим поступовим зникненням і, на їх місці, появою тріщини, глибина якої практично рівна товщині ізоклини. В часі цей процес можна пояснити таким чином: до моменту зародження тріщини, в кінчику концентратора наклепується матеріал, а з моменту зародження мікротріщини- розклепується (розрихлюється) матеріал з поступовим її переростанням у макротріщину в процесі ударно-втомного деформування. Потім цей процес повторюється за такою ж аналогією.

Висновок. Розроблено нову методику дослідження міцності конструкційних матеріалів з записом діаграми руйнування для найбільш небезпечного ударно-втомного віднульового циклічного деформування балкового зразка згиним на консолі, защемленого біля концентратора. Методика реєструє зусилля навантаження під час ударно-втомного деформування балки, де по записаній діаграмі дозволяє визначати періоди зародження і поширення тріщини, а також візуально спостерігати за формуванням і ростом пластичних смуг спереду фронту такої тріщини.

Література

1. Дегтярев В.А. Установка типа ДСО для испытаний на усталость при повторном ударном и гармоническом нагружении с различной асимметрией цикла // Проблемы прочности.-1982.- №10.-С.110-113.
2. Силкин Е.А., Засова А.Ф. Эксплуатация коира ДСВО-150 для исследования металлов на многократный удар. Вкн.: Новые машины и приборы для испытаний металлов. М.: Металлургиздат, 1963. – С. 66-69.
3. Шульгинов Б.С., Дегтяров В.А. Установка для испытаний материалов и их сварных соединений на усталость при многоцикловом ударном нагружении // Проблемы прочности. - 1998. - №3. – С. 141-146.
4. Шульгинов Б.С., Дегтяров В.А., Матвеев В.В. О предельных напряжениях цикла сварных соединений с высокими остаточными напряжениями // Проблемы прочности.- 1984. - №3. – С. 58-61.
5. Караїм В.С., Когут М.С. Установка для ударно-втомних випробувань балкових зразків згиним на консолі // Вісник Національного університету “Львівська політехніка” “Оптимізація виробничих процесів і технічний контроль у машинобудуванні і приладобудуванні”, Вип. 422. – 2001. - С. 56-61.