

ДОСЛІДЖЕННЯ РАМНОЇ ПРОГОНОВОЇ БУДОВИ НОВОГО АВТОДОРОЖНЬОГО МОСТА З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДУ АКУСТИЧНОЇ ЕМІСІЇ

Сташук П.М.

Танський О.В.

Державний дорожній науково-дослідний інститут ім. М.П. Шульгіна

Застосування нових конструкцій прогонових будов мостів передбачає виконання їх натурних випробувань [1] та врахування отриманих результатів для удосконалення проектних рішень в аналогічних конструкціях. Інформацію, що отримують під час випробувань нових конструкцій мостів, можна використовувати для покращення експлуатаційних характеристик споруд, особливо в умовах збільшення інтенсивності руху та динамічних впливів на мостові конструкції.

У 2007 році працівниками ДерждорНДІ виконано випробування моста індивідуальної конструкції через р. Стрипа на км 63+460 автомобільної дороги Н-18 Івано-Франківськ – Бучач – Тернопіль (рис. 1). Рік побудови моста – 2007. Будівельна організація – Філія „Тернопільська дорожньо-мостова дільниця” ДП „Тернопільоблавтодор”. Проектна організація „Житомирдіпродор”.

Прогонова будова – збірно-монолітна залізобетонна, виконана із балок таврового перерізу.

Міст складається з трьох прогонів. Схема моста – рамно-консольна.

Технічні параметри моста:

- довжина моста 85,05 м;
- габарит по ширині 11,50+2x1,0 м;
- поздовжня схема моста 6+3x24+6 м;
- статична схема – трипрогонова рамно-консольна;
- балки в прогонових будовах, починаючи з верхового боку, – Б1÷Б5;
- прогонова будова – збірно-монолітна залізобетонна із 5 балок таврового перерізу, об'єднаних монолітним залізобетоном в поперечному і поздовжньому напрямках;
- опори – однорядні опори із монолітного залізобетону, двох стійкові на буронабивних палях;
- розрахункові навантаження: НК-100, А-14.



Рис. 1. Загальний вигляд моста

Перед початком випробувань було проведено візуальний огляд конструкції моста та виконано дослідження матеріалів елементів споруди методами неруйнівного контролю. В результаті досліджень в конструкціях моста (балки та плита прогонових будов) було виявлено силові тріщини з шириною розкриття до 0,2 мм.

Статичні випробування моста з метою оцінки виявлених дефектів конструкцій прогонових будов моста на їх несну здатність здійснювали з фіксацією сигналів акустичної емісії.

Випробувальне навантаження використовували завантажені баластом автомобілі марки КрАЗ вагою 244, 234, 245, 241 кН. Загальна вага випробувального навантаження становила 964 кН. Відповідно до програми статичних випробувань реалізовано шість схем навантаження прогонових будов.

Реєстрація та обробка сигналів акустичної емісії здійснювалася з використанням програмно-технічного комплексу “АКЕМ” (рис.2).



Рис. 2. Програмно-технічний комплекс “АКЕМ”

Перетворювачі акустичної емісії (ПАЕ) встановлювали на поверхні бетону балки Б-2 по середині прогону 1-2 (рис.3), та на віддалі 1 м від опори Оп-2.



Рис. 3. ПАЕ, встановлений на поверхні бетону балки Б-2 по середині прогону 1-2

Реєстрація та аналіз сигналів АЕ під час статичних випробувань проводилась із моменту зупинки автомобілів в місцях, визначених схемами випробувань. Інформація реєструвалась протягом 30-40 с.

Обробка критеріальної оцінки виявлення сигналів АЕ від тріщин проводилася відповідно за коефіцієнтом K_p .

Згідно з теоретичними положеннями параметр K_p характеризує ступінь зміни густини енергії в зареєстрованому сигналі АЕ та використовується для виявлення сигналів від тріщин [2-7]. Для його визначення використовують формулу:

$$K_{pj} = \lg(E_{cj} / \tau_j^2), \quad (1)$$

де E_{cj} – енергія від j -го зареєстрованого сигналу АЕ; τ_j – тривалість зареєстрованого сигналу АЕ.

При встановленні датчика АЕ на поверхні бетону значення критерію виділення сигналів АЕ від тріщин K_p , враховуючи прийняті параметри порогу дискретизації, становить 6.

Оцінка небезпеки процесів руйнування [2,6,7], що відбуваються в структурі матеріалів об'єктів при навантаженні, здійснюється за аналізом кінетики розвитку випромінювання АЕ з використанням спільного аналізу даних, отриманих на етапах витримки під навантаженням. Для порівняння та узагальнення результатів, не залежних від розмірності аналізованих параметрів, використовують їх формалізацію із нормуванням шкал до одиничної:

$$\bar{E}_H = f(\bar{P}), \quad (2)$$

де

$$\bar{E}_H = E_i / E_{i\max};$$

$$\bar{P} = P_i / P_{i\max},$$

E_i – значення накопичення енергії сигналів АЕ під час витримки на ступенях навантаження у обраному часовому перерізі;

P_i – значення навантаження на досліджуваний об'єкт;

$E_{i\max}$ – максимальне значення накопичення енергії сигналів АЕ під час витримки під навантаженням на ступенях у обраному часовому перерізі;

$P_{i\max}$ – максимальне значення навантаження на об'єкт дослідження при випробуванні. Проведення аналізу із апроксимацією експериментальних даних у відповідності до попередньо описаного виконують за формулою:

$$\bar{E}_H = a\bar{P}^b, \text{ при } t_i = \text{const}, \quad (3)$$

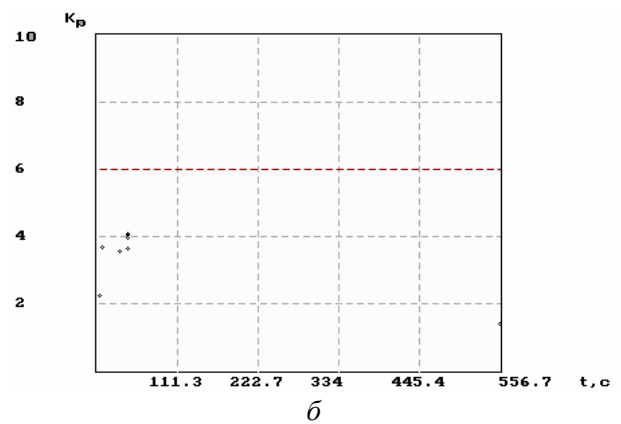
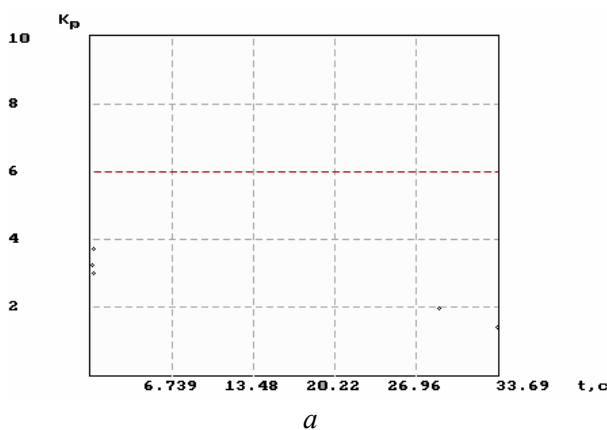
де

a, b – константи;

t_i – часовий переріз реєстрації сигналів АЕ.

Абсолютне значення показника степені $b < 3$ свідчить, що дефекти, котрі розвиваються в структурі матеріалу, не є небезпечними. При значенні показника степені $b \geq 3$ розвиток дефектів є небезпечним.

Результати обробки критеріальної оцінки K_p показали, що при навантаженні прогонової будови моста за схемою №2 (несиметричне завантаження прогону 1-2 із створенням максимального згинального моменту в прогоні) фіксуються сигнали АЕ від мікротріщин (на рис.4 – сигнали від мікротріщин розташовані нижче штрихової лінії).



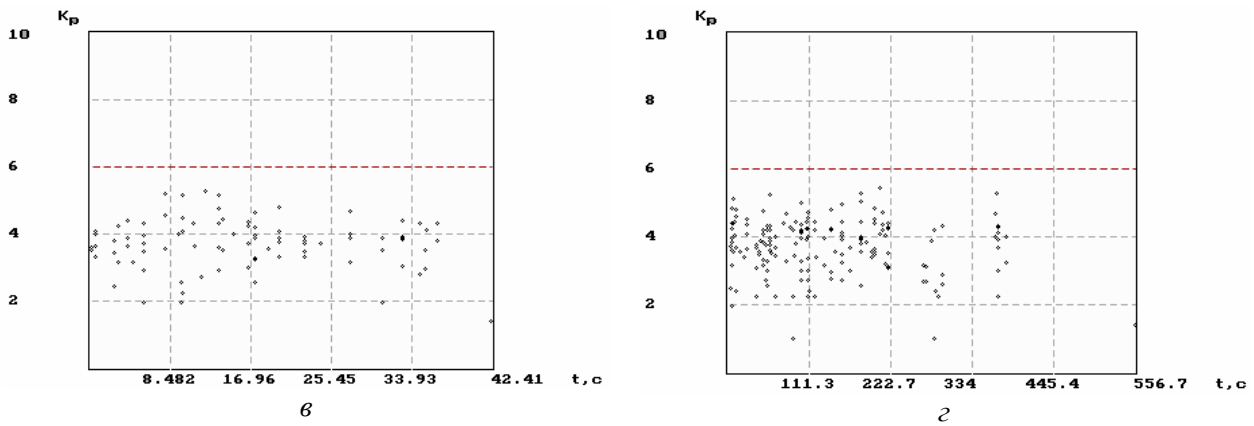


Рис. 4. Зміна коефіцієнту K_p сигналів АЕ, зафіксованих при випробуванні прогонової будови моста за схемою № 2. Канал реєстрації сигналів АЕ: а, б – ПАЕ 1; в, г – ПАЕ 2. Тимчасове навантаження на прогонову будову згідно схеми: а – 2 автомобілі; в – 2; б, г – 4 автомобілі

Оцінка небезпеки процесів, що відбуваються в структурі матеріалу прогонових будов моста при їх навантаженні здійснювали шляхом аналізу кінетики розвитку випромінювання АЕ з використанням спільного аналізу даних, отриманих на всіх ступенях завантаження. Аналіз отриманих залежностей з формалізацією даних показує, що вони описується виразом (3). Результат проведеної оцінки небезпеки процесів, що відбуваються в структурі матеріалів прогонової будови при завантаженні її за схемою №2, представлено на рис.5. Значення коефіцієнтів в апроксимувальному виразі (3) рівні: $a = 1,09362$; $b = 2,04979$. Абсолютне значення показника степені $b < 3$, тобто дефекти в структурі матеріалу прогонової будови 1-2 не є небезпечними.

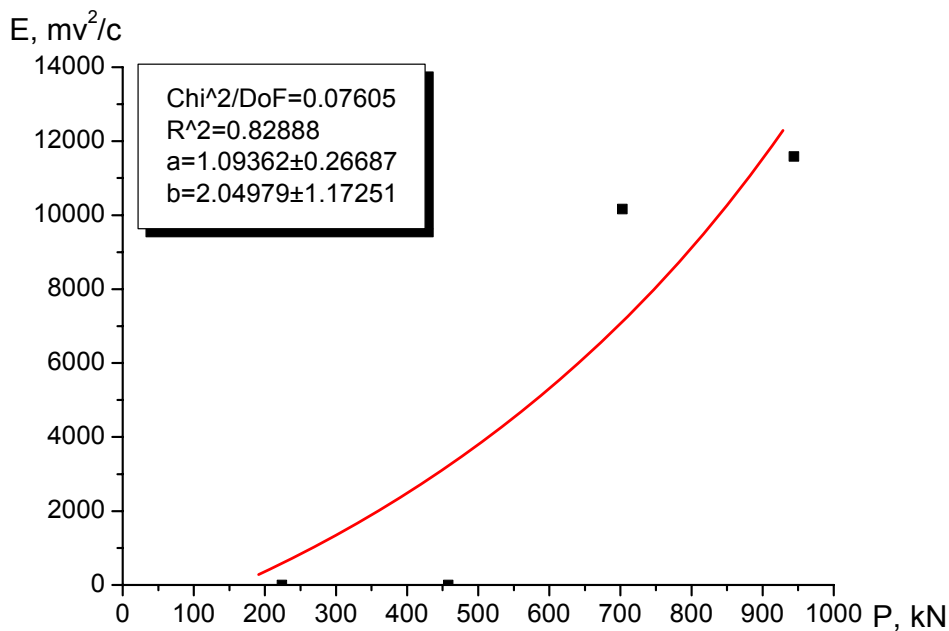


Рис. 5. Залежність нагромадження енергії сигналів АЕ, зафіксованих у прогоновій будові 1-2 від навантаження в циклі для схеми № 2

Висновки

В результаті статичних випробувань моста через р. Стрипа на км. 63+460 автомобільної дороги Н-18 із застосуванням методу акустичної емісії встановлено:

1. При статичних випробуваннях прогонової будови моста за схемою № 2 фіксуються сигнали АЕ від мікротріщин в матеріалі прогонової будови. На це вказують відповідні значення параметру K_p .
2. Оцінка небезпеки розвитку процесів руйнування у структурі матеріалів показала, що мікродефекти структури матеріалу прогонових будов, які виникають при навантаженні моста за схемою завантаження №2, не мають тенденції до розвитку і при збільшенні рівня завантаження сповільнюють свій ріст.
3. При будівництві аналогічних конструкцій мостів необхідно особливу увагу звертати на якість виконання збірних елементів прогонових будов з метою недопущення виникнення в них дефектів, що можуть зменшувати проектний термін експлуатації споруди.

Література

1. ДБН В.2.3-6-2002. “Мости та труби. Обстеження та випробування”.
2. МВВ 218-778-240-2004 Метод акустико-емісійного діагностування технічного стану мостів при статичних випробуваннях.
3. Новиков Н.В., Филоненко С.Ф. Влияние параметров акустического тракта на числовое значение критериальной оценки выделения сигналов АЭ от трещин // Техническая диагностика и неразрушающий контроль.- 1995. – № 1. – С.47-52
4. Бабак В.П., Филоненко С.Ф. Вплив порогу обмеження на критеріальну оцінку виділення сигналів акустичної емісії від тріщин // Вісник ЖІТІ. – 1998. – № 7. – С. 31-39
5. Филоненко С.Ф. Акустическая эмиссия. Измерение, контроль, диагностика. – К: Изд-во КМУГА, 1999. – 305 с.
6. Бабак В.П., Филоненко С.Ф. Математические модели оценки и прогнозирования состояния изделий методом акустической эмиссии //РадиоЭлектроника и информатика. – 2000. – № 2. – С. 62-68.
7. Филоненко С.Ф. Анализ кинетики развития процессов разрушения методом акустической эмиссии //Международная научная конференция: "Синергетика 2000. Самоорганизующиеся процессы в системах и технологиях": Материалы конференции, г. Комсомольск-на-Амуре, 2000 г. – С. 94-97.