

вантаження, за якого відбувається збільшення величини накопичення енергії сигналів АЕ на порядок, по відношенню до попередніх значень АЕ, за однакові проміжки часу; f_t^A і ϵ_t^A – значення прогину та максимальної відносної деформації на цьому ступені; K_r^A – максимальне значення параметра K_r зареєстроване на ступені із навантаженням P_t^A ; σ_{cr3} – критичне напруження руйнування при згині зразка; K_r^{cr} – максимальне значення параметра K_r , зареєстроване при розколі зразка.

Проведений аналіз критерію сигналів АЕ K_r на ступенях завантаження досліджуваних зразків показав, що із появою експоненціальної залежності з накопичення енергії та сигналів АЕ з'являються сигнали із значенням K_r , котрого не спостерігалось на попередніх ступенях. При подальшому завантаженні і надалі реєструються сигнали із аналогічними значеннями K_r , які під час руйнування набувають максимального значення за весь час випробування.

1. С.Т. Штаюра, П.М. Сташук, М.Л. Дем'ян. *Методика та експериментальні дослідження тріщиностійкості бетонів // Діагностика, довговічність та реконструкція мостів і будівельних конструкцій. Збірн. наук. пр. Львів. – 2001. – Вип. 3. – С.201-209.* 2. ГОСТ 10180-78 *Бетоны. Методы определения прочности на сжатие и растяжение. Государственный комитет СССР по делам строительства. М.1985. – С.23.* 3. Філоненко С.Ф. *Акустическая эмиссия. Измерение, контроль, диагностика. – К.: КМУГА, 1999. – 312 с.* 4. Гладышев Г.М. *Трещинообразование и прочность железобетонных изгибаемых элементов при их раскалывании по наклонным сечениям / Дис. ... канд. тех. наук. М., 1986. С.116.*

УДК 624.21

П.М. Коваль, А.Є. Фаль

Національний університет "Львівська політехніка",
кафедра будівельних конструкцій і мостів

ДОСЛІДЖЕННЯ БЕТОНІВ ДЛЯ ПЛИТ ПРОЇЗДЖОЇ ЧАСТИНИ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДУ АКУСТИЧНОЇ ЕМІСІЇ

© Коваль П.М., Фаль А.Є., 2002

Розглянуто довговічність прогонових будов балочних залізобетонних мостів. Наведена методика проведення досліджень і представлено результати дослідження бетону для плит проїжджої частини з використанням методу акустичної емісії.

Найпоширенішим типом автодорожніх мостів малих і середніх прогонів в Україні є споруди із залізобетонними балочними розрізними прогоновими будовами. Як показують результати обстежень, більшість збірних залізобетонних мостів після 10-20 років експлуатації мають значні дефекти, а монолітні мости є в значно кращому стані [1]. Виникнення і розвиток дефектів в конструкціях залізобетонних мостів, як правило, пояснюється як зовнішніми причинами – дефектами проектів, технологічними недоліками масового виготовлення збірних елементів, неякісним монтажем, недоліками експлуатації, так і використанням бетонів з невідповідними характеристиками.

З погляду експлуатаційних якостей найважливішою характеристикою споруди є її довговічність. Саме довговічність окремих елементів і споруди загалом визначає затрати

під час будівництва і експлуатації, необхідність проведення тих чи інших ремонтних робіт. Тому вивчення факторів, що впливають на довговічність мостів, набирає останнім часом все більшої актуальності.

На довговічність мостових конструкцій впливає багато факторів, особливо суттєво впливає довкілля [2]. У найскладнішому становищі знаходиться плита проїжджої частини, адже вона безпосередньо сприймає тимчасове навантаження і розподіляє його між балками, крім того, на неї діє агресивне середовище – вологість, зміни температури, опади, морози і відлиги, наявні агресивні речовини в атмосфері, дія вітру та сонця тощо. А від стану плити проїжджої частини залежить і стан елементів прогонової будови, які знаходяться нижче.

Монолітна плита проїжджої частини надійно об'єднує збірні елементи, покращує просторову роботу прогонів, вона забезпечує кращу порівняно із збіркою плитою опірність впливу води, яка потрапляє із проїжджої частини. Об'єднання балок монолітною плитою є достатнім для забезпечення їх сумісної роботи навіть для бездіафрагмової прогонової будови, що підтверджують експериментальні дослідження [3].

Особливо важливо забезпечити відповідну тріщиностійкість бетону плити проїжджої частини, використовуючи для її влаштування бетони, які мають підвищені характеристики тріщиностійкості. При дослідженні тріщиностійкості матеріалів і конструкцій найінформативнішим із відомих методів є метод акустичної емісії. У НУ “Львівська політехніка” з використанням методу акустичної емісії проведені дослідження зразків з різних складів бетону для плит проїжджої частини.

Програма експериментів включала дослідження бетонів таких складів: серія 1 – звичайний важкий бетон марки 400, серія 2 – із добавкою золи-уносу, 3 – із пластифікатором STACHEMENT 1,2% від маси цементу, серія 4 – із добавкою поліпропіленової фібри 0,9 кг/м³. Досліджували бетонні куби розміром 150x150x150 та бетонні призми розміром 400x100x100мм, виготовлені із бетонної суміші різних складів (див. таблицю).

Характеристики досліджуваних бетонів

Серія	Проектна марка бетону, кгс/см ²	Експерим. міцність бетону на стиск	Склад бетонної суміші кг/м ³				Марка цементу	В/Ц	Добавка
			Ц	П	Щ ₅₋₁₀	Щ ₁₀₋₂₀			
1	400	440	480	480	550	720	400	0,42	Без добавки
2	400	470	455	400	500	720	400	0,44	Зола 90 кг
3	400	480	480	500	580	720	400	0,33	1,2%
4	400	370	480	480	550	720	400	0,42	0,9кг

При випробуванні досліджували сигнали акустичної емісії (АЕ), що виникали в конструкції за допомогою програмно-технічного комплексу АКЕМ, що дозволяє проводити обробку параметрів сигналів АЕ за 20 параметрами. Давач АЕ, через шар акустико-прозорого мастила “Рамзай” встановлювали на нижній грані балки та притискали до неї гумовою стрічкою. Сигнали, що реєструвалися, підсилювались і надходили на ЕОМ для обробки і подальшого аналізу з використанням пакета програм "АКЕМ".

Програмно-технічний комплекс побудований на базі персонального комп'ютера з використанням технології "PCLabCard". Підсилення сигналу АЕ здійснювалось попереднім підсилувачем з чутливістю на вході 10 мкВ, частотним діапазоном 100-2000кГц, коефі-

ціентом підсилення 90 дБ і з динамічним діапазоном 40-65 дБ. Запис акустичної емісії проводили під час завантаження та витримки до 4 хв на кожному ступені.

Значення кубикової міцності для досліджуваних складів бетону було отримано при випробуванні контрольних бетонних кубів за методикою ГОСТ 10180-90 [4]. Випробування проводили на гідравлічному пресі П-125. Було записано та проаналізовано параметри сигналів акустичної емісії при завантаженні та руйнуванні кубів. Під час неперервного навантаження бетонних кубів реєстрували випромінювання сигналів акустичної емісії і порівнювали по енергії накопичення сигналів у бетонах [1].

Випробування бетонних призм проводили за ГОСТ 24452-80 [5] ступінчастим навантаженням на пресі типу П-250. Дискретність приросту навантаження становила 10% від теоретичного руйнівного навантаження. При випробуванні досліджували напружено-деформований стан (визначали модуль Юнга та коефіцієнт Пуассона для бетонів). Деформації призм визначали по всіх чотирьох гранях за показами мікроіндикаторів годинникового типу. Графіки поздовжніх і поперечних деформацій призм показані на рис. 1. Сигнали записувались під час зміни навантаження між ступенями і під час витримки навантаження на ступенях. Вимірювали час проходження ультразвуку через масив бетону призми з використанням приладу УК-14П під час витримки навантаження на кожному ступені на початку і наприкінці витримки.

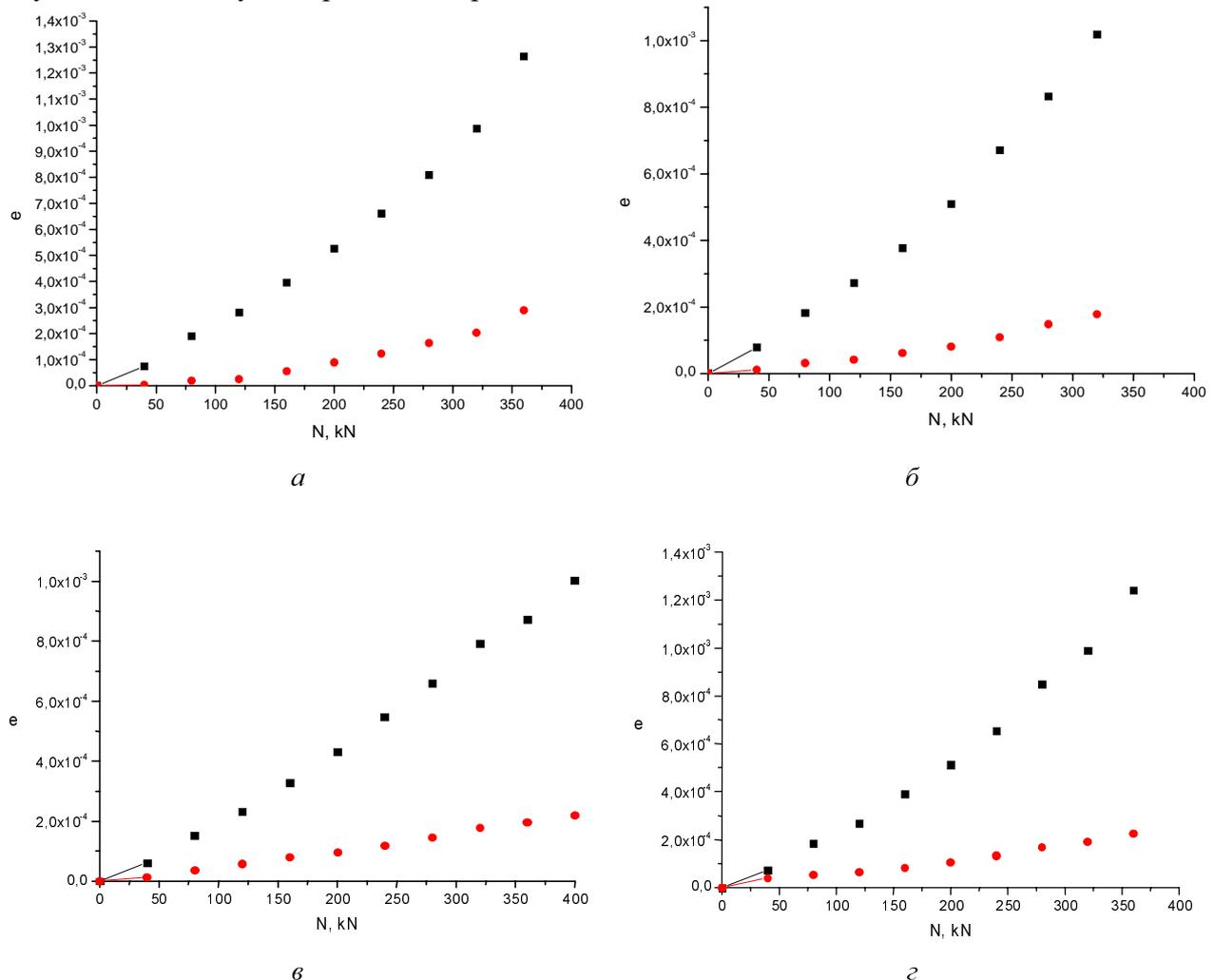


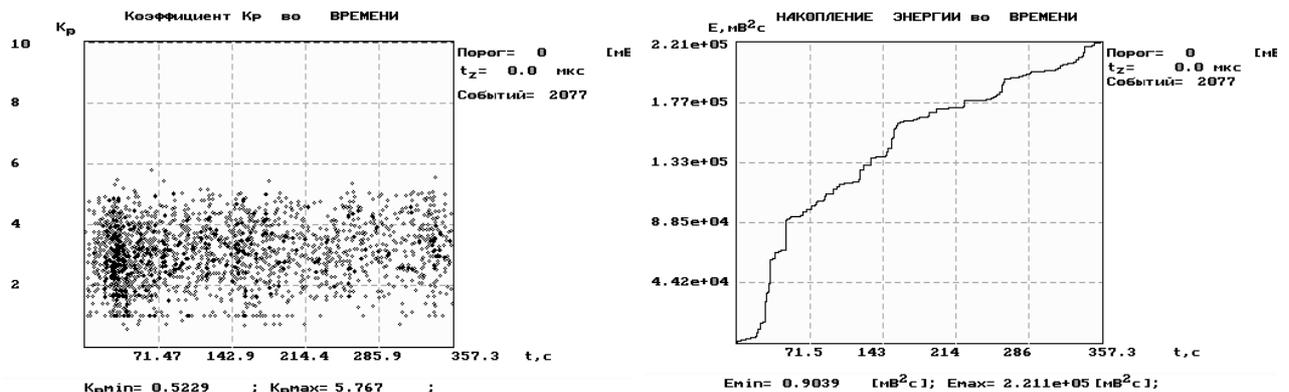
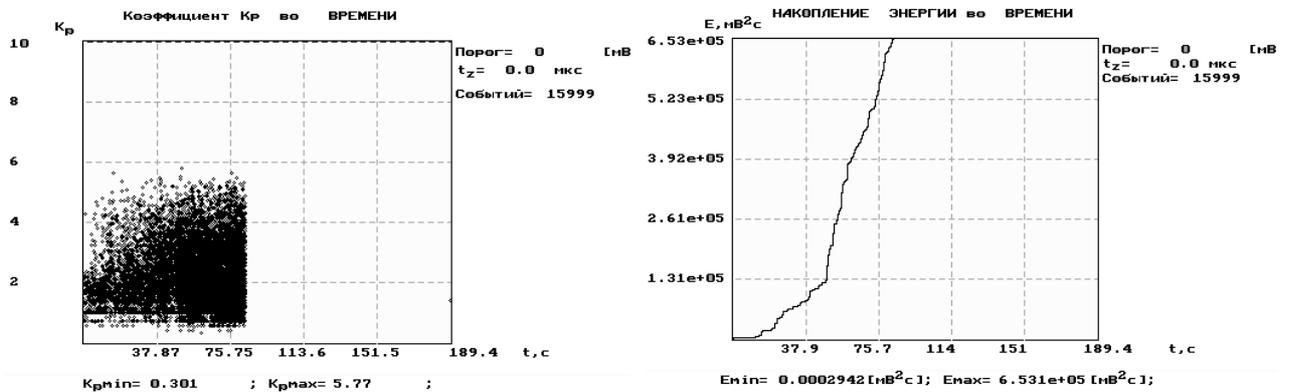
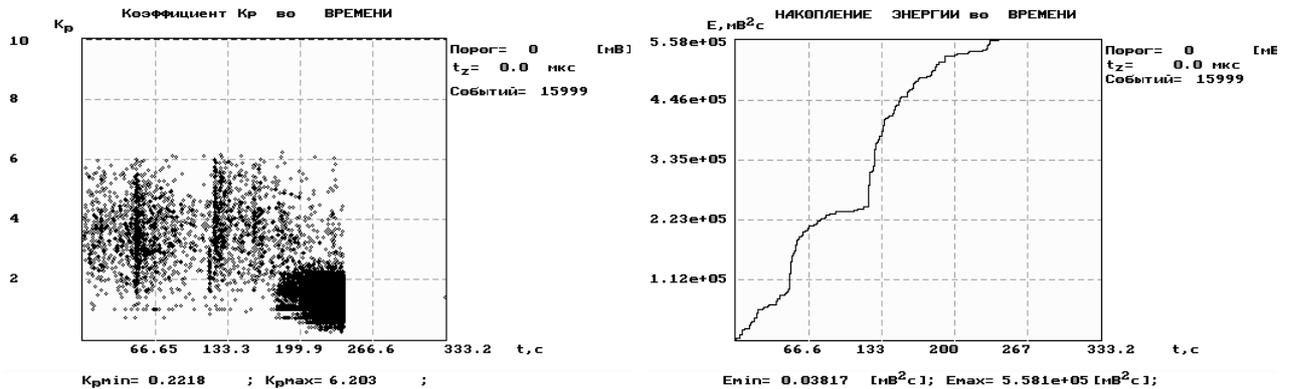
Рис. 1. Графіки деформацій: а- призми 1.1; б-призми 2.1; в-призми 3.1; г-призми 4.1;
□ – поздовжні і ● – поперечні деформації призм

Акустичну емісію аналізували за такими параметрами: тривалість сигналів, їх амплітуда та енергія, накопичення сигналів та енергії, інтенсивність АЕ. Для виявлення сигналів АЕ від тріщин використовували критерій, що характеризує степінь зміни густини енергії в зареєстрованому сигналі АЕ, котрий визначається за формулою

$$K_{pj} = \lg(E_j / \tau_j^2) + B \quad (1)$$

де E_j – енергія від j -го зареєстрованого сигналу АЕ; τ_j – тривалість зареєстрованого сигналу АЕ; B – константа, що впливає на числове значення K_p .

На рис. 2 зображені графіки значень K_p для сигналів АЕ призм на передостанньому ступені навантаження. Сигнали з високими значеннями K_p та енергії присутні вже на першому ступені для призм першої серії, для решти серій мікропроцеси розвиваються не так інтенсивно. Значення цих параметрів при навантаженні 360 кН для призм першої серії найвищі, для серії з добавкою золи вони дещо відрізняються в менший бік. Суттєво вони



д

е

