

ВЫЯВЛЕНИЕ РАЗВИТИЯ ДЕФЕКТОВ ПО ИЗМЕНЕНИЯМ ДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КОНСТРУКЦИИ

*Васильчук Любовь Александровна, студентка 5-го курса кафедры «Мосты»
Сибирский государственный университет путей сообщения, г. Новосибирск
(Научный руководитель – Яинов А.Н., канд. техн. наук, доцент)*

Динамические параметры конструкции должны изменяться при отклонениях от исправного состояния или изменении внешних условий [1]. Поэтому всё большую актуальность приобретает развитие методов оценки технического состояния сооружения по его динамическим параметрам, а именно по их изменениям на протяжении всего периода эксплуатации.

Цель данной работы - определение динамических параметров конструкции и их изменений при развитии дефектов. Рассмотрены частоты и формы свободных колебаний, определены логарифмический декремент колебаний [1] и относительный коэффициент демпфирования [2] для разрезных шарнирно-опертых балок из предварительно-напряженного железобетона.

В процессе работы решены следующие задачи:

- выбор конструкций для проведения исследований;
- моделирование рассматриваемых конструкций с помощью конечно-элементных программных комплексов;
- экспериментальное определение динамических характеристик в опытных конструкциях;
- верификация числовой модели через натурные измерения;
- выявление изменений динамических параметров для дефектных конструкций.

Исследования проведены на опытных образцах преднапряженных железобетонных балок со следующими геометрическими параметрами: поперечное сечение 0,25 x 0,25 м, расчетная длина 3,9 м. Работы выполнены в помещении исследовательского цеха СибНИИ мостов СГУПС. Влияние внешних факторов минимально, поэтому можно считать, что конструкции находятся в условиях, приближенных к идеальным. Для эксперимента были отобраны четыре балки: две – серии В0 (В01 с трещиной в четверти пролета и В02 без дефектов) и две – серии В1 (В11 с трещиной, расположенной на расстоянии 40 см от середины пролета, и В12 без дефектов).

Экспериментальные исследования выполнялись с помощью японской измерительной системы «*Smart dynamic strain recorder*». Датчики

устанавливались в четвертях пролета, в середине и в опорном сечении. Конструкции выводились из равновесия малыми импульсными воздействиями.

По результатам измерений были зафиксированы две ярко выраженные формы вертикальных колебаний (первая и вторая) с соответствующими частотами. По результатам совместного анализа расчетной модели и спектральных кривых были зафиксированы еще несколько форм колебаний, которые при анализе только лишь виброграмм обнаружить было затруднительно (Табл. 1, 2).

Таблица 1 – Частоты и формы колебаний образцов балок серии В0

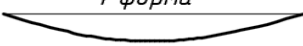

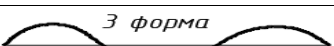
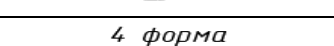
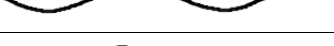
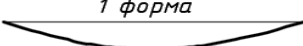
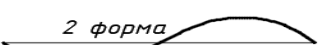
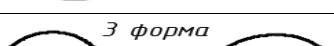
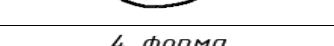
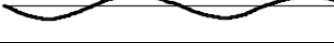
Форма колебаний	Балки серии В0			
	В02 (без дефекта)		В01 (с трещиной)	
	Частота опытная, Гц	Частота расчетная, Гц	Частота опытная, Гц	Частота расчетная, Гц
<i>1 форма</i> 	28,32	27,14	24,41	24,17
<i>2 форма</i> 	98,38	101,66	82,68	86,46
<i>3 форма</i> 	184,58	185,24	186,51	173,68
<i>4 форма</i> 	398,00	394,21	379,88	379,06
<i>5 форма</i> 	-	546,87	485,46	485,70

Таблица 2 – Частоты и формы колебаний образцов балок серии В1

Форма колебаний	Балки серии В1			
	В12 (без дефекта)		В11 (с трещиной)	
	Частота опытная, Гц	Частота расчетная, Гц	Частота опытная, Гц	Частота расчетная, Гц
<i>1 форма</i> 	28,32	27,14	23,76	22,45
<i>2 форма</i> 	98,38	101,66	94,24	95,11
<i>3 форма</i> 	184,58	185,24	169,00	178,21
<i>4 форма</i> 	398,00	394,21	349,21	351,60
<i>5 форма</i> 	-	546,87	493,52	494,03

Также были вычисленные параметры затухания колебаний для первой частоты по приведенным ранее формулам (Табл. 3, 4).

Таблица 3 – Значения логарифмического декремента колебаний

Балки серии В0		Балки серии В1	
В02 (без дефекта)	В01 (с трещиной в четверти пролета)	В12 (без дефекта)	В11 (с трещиной на расстоянии 40 см от середины пролета)
0,0673	0,0866	0,0667	0,1012

Таблица 4 – Значения относительного коэффициента демпфирования

Балки серии В0		Балки серии В1	
В02 (без дефекта)	В01 (с трещиной в четверти пролета)	В12 (без дефекта)	В11 (с трещиной на расстоянии 40 см от середины пролета)
0,0287	0,0410	0,0267	0,0448

Полученные результаты позволили сделать следующие выводы:

- фиксируемые частоты и формы колебаний не зависят от расположения датчика;
- при совместном анализе опытных и расчетных данных можно зафиксировать до 5 форм вертикальных колебаний;
- наличие трещины существенно сказывается на частотах колебаний по всем формам (наблюдается снижение частоты до 20 %);
- параметры затухания возрастают до 40 % при наличии трещин.

Таким образом, появление повреждений в преднапряженных железобетонных балочных конструкциях может быть продиагностировано по изменениям динамических параметров.

Литература:

1. Бондарь Н.Г. Динамика железнодорожных мостов. М.: Транспорт, 1965.
2. Бондарь И.С. Вибродиагностика балочных пролетных строения железнодорожных мостов. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Москва, 2019.