

УДК 624.21.093:624.042

Н.А. Колесников,  
В.П. Бранцевич (БИСИ)

**ДЕФОРМАТИВНОСТЬ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗГИБАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ  
ПРИ ЦИКЛИЧЕСКИХ НАГРУЖЕНИЯХ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ**

Надежный и экономичный расчет железобетонных конструкций не возможен без решения вопроса об их деформациях при переменных воздействиях низкой частоты.

Достаточно широкий класс железобетонных конструкций и сооружений и в первую очередь несущие элементы пролетных строений автодорожных мостов в процессе эксплуатации работают в условиях многократных загрузений квазистатического характера. Однако в связи с недостаточной изученностью особенностей работы этих конструкций при такого рода воздействиях в нормах проектирования отсутствуют предложения по их учету.

На кафедре железобетонных конструкций БИСИ в течение ряда лет проводятся целенаправленные исследования работы предваритель-  
но напряженных железобетонных элементов при повторных нагружени-

142

ях низкой частоты.

Опытные образцы приняты в виде балок прямоугольного поперечного сечения с размерами 10x20 см и длиной 240 см. Для их армирования использовались вязаные каркасы с продольной арматурой из двух стержней  $\varnothing$  14 мм из стали класса Ат-У1 в растянутой зоне и двух стержней  $\varnothing$  12 мм из стали класса А-III в сжатой зоне, и хому - тами из стали класса В-1  $\varnothing$  5 мм.

Испытание образцов проводилось по схеме однопролетной балки с расчетным пролетом 210 см. Нагружение балки осуществлялось через распределительную траверсу двумя сосредоточенными силами, приложенными в третях пролета. Уровень повторной статической нагрузки составлял примерно 0,5 от разрушающей.

Первоначальное нагружение данным уровнем нагрузки производилось вручную по ступенчатой методике с выдержками по 10-15 мин. между очередными ступенями. За это время снимались отсчеты по всем приборам. После достижения требуемого уровня нагрузки и полной разгрузки (аналогичными ступенями) балки, осуществлялось ее циклическое нагружение этим уровнем с частотой 1 цикл в минуту.

Характеристика цикла  $\rho = \frac{\sigma_{\text{мин}}}{\sigma_{\text{макс}}} = 0$ .

Через определенное количество циклов повторялось ступенчатое нагружение балки со снятием отсчетов по приборам, которое давало возможность судить об изменении деформативных свойств балки в результате циклических нагружений. Окончание испытания балки производилось после того, как изменение наклона прямой "нагрузка-прогиб" при дальнейшем повторении загрузений становилось несущественным. Анализ полученных данных показал следующее.

Жесткость балки  $B_{\text{повт.}}$  при работе ее без трещин под повторной нагрузкой, примерно соответствующей эксплуатационной, снижается до 10% по сравнению с ее начальной величиной. Уменьшение жесткости носит затухающий характер и после 10 тысяч циклов ее можно считать установившейся ("стабилизированной").

Влияние повторных загрузений на увеличение кривизны, измеренной от начального недеформированного состояния балки, можно учесть на основе формулы (15 4) СНиП П-21-75

$$\frac{1}{\rho} = \frac{\bar{M}C}{K_n E_s J_n},$$

где для опытных образцов-балок коэффициент "С" оказался равным 2.

Хорошее соответствие теоретических значений кривизны опытным данным (наибольшее расхождение не превышало 13%) свидетельствует, по-видимому, об эквивалентности воздействия рассматри -

ваемого вида загрузки и длительной нагрузки на изменение жесткостных характеристик изгибаемых железобетонных элементов.

Повторные загрузки низкой частоты практически не влияют на несущую способность балок и изменение высоты сжатой зоны бетона " $\chi_s$ ", измеренной от установившегося деформированного состояния. Однако они уменьшают полноту эпюры напряжений сжатой зоны за счет постепенного выбора неупругих деформаций бетона.

Следует отметить, что настоящие выводы носят пока предварительный характер, так как основаны на небольшом объеме экспериментов. Проверка и уточнение полученных результатов, а также выяснение зависимости деформативных характеристик железобетонных балок от величины нагрузки, процента армирования, усилия обжатия и времени отсчета этих характеристик являются целью дальнейших исследований.