

УДК 624.012

ВЫБОР МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ПРОГИБОВ ИЗГИБАЕМЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ, РАБОТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ ДЕЙСТВИЯ МАЛОЦИКЛОВЫХ НАГРУЗОК

Ю. Г. БОЛОШЕНКО, Е. В. КОЖЕМЯКИНА

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

Рациональное проектирование железобетонных конструкций вызывает необходимость совершенствования существующих методов расчета, которые обеспечиваю более полное соответствие реальной работе конструкции.

Результаты, полученные в работе А.П. Казанкова, показали, что полные прогибы балок в зависимости от процента их армирования и характеристики цикла нагрузок на базе испытаний 2×10^6 циклов в 1,4-2,2 раза превышали прогибы при первом нагружении. В работе В. В. Левчич отмечено, что при действии повторяющихся нагрузок происходит увеличение прогибов в железобетонных элементах в 1,1–2 раза по сравнению с первым нагружением. При этом интенсивное увеличение прогибов происходит на первоначальном этапе, а по мере увеличения количества циклов процесс нарастания прогибов стремился к стабилизации.

В связи с вышеизложенным, необходимо при использовании стандартных расчетных методик проводить их уточнение для учета особенностей работы конструкции в условиях малоциклового нагружения.

Для определения прогибов с учетом действия малоциклового нагружения в работе О.И. Валового, предложен поправочный коэффициент k , зависящий от числа циклов, эмпирического параметра α_2 , учитывающего рост деформаций на первых 3-4-х циклах ($\alpha_2=0,6...1,0$), а также эмпирического коэффициента $B = \sqrt{\eta_{top} - 0,75}$, учитывающего характер нагружения (для бетонов различных видов и классов $B = \sqrt{\eta_{top} - \eta_{crc}^v}$, где η_{top} – верхний уровень нагружения, η_{crc}^v – верхняя граница микротрещинообразования). Однако применимость коэффициента k для расчета эксплуатируемых конструкций ограничена сложностью установления с достаточной достоверностью количества циклов N и необходимостью определения для каждого конкретного случая эмпирического параметра α_2 , имеющего довольно большой разброс возможных значений.

В методике СНБ 5.03.01-02 «Бетонные и железобетонные конструкции» вид бетона учитывается прочностными характеристиками, принимаемыми в расчете (призменная прочность, модуль упругости) без введения дополнительных коэффициентов.

В методике СНиП 2.03.01-84* «Бетонные и железобетонные конструкции» вид бетона определяется следующими коэффициентами, учитывающими: ψ_c – неравномерность распределения деформаций крайнего сжатого волокна бетона по длине участка с трещинами; φ_{c1} – влияние кратковременной ползучести; φ_{c2} – влияние длительной ползучести бетона на деформации элемента без трещин; ν – характеризует упругопластическое состояние бетона сжатой зоны. Е. М. Бабичем для определения суммарного прогиба при действии малоцикловых нагрузений предложены модифицированные зависимости на основе методики СНиП 2.03.01-84*: прогиб рассчитывается по значениям кривизны от непродолжительного действия всей нагрузки, от постоянных и длительных нагрузок, а также от продолжительного действия постоянных и длительных нагрузок. Значения кривизны определяются с учетом влияния малоциклового характера нагружения путем введения поправочных коэффициентов $\gamma_{сус}$. Применимость данной методики ограничена наличием коэффициентов условий работы $\gamma_{сус}$, учитывающих малоцикловой характер нагружения, так как эти коэффициенты определяются в зависимости от верхнего уровня нагружения η_{top} , асимметрии цикла ρ и количества циклов N , однако, предложенные зависимости применимы для конструкций из рассматриваемых видов и классов бетона, а также необходимостью достаточно точно определять N , что в некоторых случаях может быть затруднительным.

В работе В. П. Бранцевича при расчете изгибаемых железобетонных элементов, выполненных из тяжелого бетона, по II группе предельных состояний по методике СНиП 2.03.01-84* , автором рекомендуется учитывать циклический характер низкочастотных нагружений изменением значений коэффициентов ν , ψ_c и ψ_s , а также изменением значения модуля упругости бетона E_c на значение $E_{c,сус}$, рассчитанное по эмпирической формуле, учитывающей циклический характер нагружения. Прогиб и кривизна вычисляются по уточненным значениям относительных деформаций бетона $\epsilon_{c,сус}$ и арматуры $\epsilon_{s,сус}$, которые находятся с учетом уточненных значений коэффициентов ψ_c и ψ_s и модуля упругости бетона $E_{c,сус}$.

По результатам расчета прогибов, по всем вышеизложенным методикам, для экспериментальных образцов в виде железобетонных балок, испытанных малоцикловым нагружением, был сделан вывод о том, что наиболее точной является методика определения прогибов в зависимости от кривизны элемента, которая рассчитывается по фактическим значениям средних относительных деформаций крайнего сжатого волокна бетона ϵ_{cm} и растянутой арматуры ϵ_{sm} по формуле, предложенной еще В. И. Мурашевым. Применимость этой формулы обоснована также в СНБ 5.03.01-02.

Таким образом, задача определения прогибов железобетонных изгибаемых элементов, подверженных действию малоцикловых нагрузок, сводится к определению относительных деформаций ϵ_{cm} и ϵ_{sm} с учетом уровня малоциклового нагружения.