

УДК 624.151.5

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА ПРИ СТАТИЧЕСКОМ МАЛОЦИКЛОВОМ НАГРУЖЕНИИ

Ю. Г. МОСКАЛЬКОВА

Белорусско-Российский университет
Могилев, Беларусь

К малоцикловым нагрузениям относятся повторные с небольшой частотой приложения нагрузок (обычно не более 10^5). Такие нагружения во времени изменяются достаточно медленно, они не вызывают возникновения в конструкциях сил инерции и, как следствие, значительных перемещений. Поэтому такие нагружения относятся к статическим. Однако циклический характер приложения нагрузки оказывает влияние на прочностные характеристики бетона, поскольку бетон является композитным материалом, который работает упруго-пластически даже при низких уровнях нагружения. Негативное влияние малоциклового нагружения на прочность бетона эмпирически доказано, однако в действующих нормативно-правовых актах данное явление не учитывается.

Следует учитывать, что чем выше уровень малоцикловых нагрузок, тем существеннее снижение прочности бетона f_c по сравнению с однократным нагружением. В связи с этим целесообразно для конструкций, эксплуатирующихся в условиях повторных нагружений, при определении прочности бетона использовать частный коэффициент условий работы $\gamma_{c,cyc}$, который позволит учесть неблагоприятное влияние малоцикловых воздействий. Существующие на сегодняшний день методики расчета не учитывают тот факт, что для высокопрочных бетонов снижение прочности не столь значительно, как для бетонов низких и средних классов, в связи с более высокими значениями относительных напряжений, соответствующих верхней границе образования микротрещин η_{cr}^v . Это в свою очередь свидетельствует о более высоком уровне малоциклового приспособляемости.

По результатам проведенных эмпирических исследований предложено рассчитывать частный коэффициент $\gamma_{c,cyc}$, учитывающий изменение прочности бетона, в зависимости от величины верхнего уровня циклового нагружения η_{top} при $\eta_{top} < 1$ (напряжения не достигают предела кратковременной прочности, т. е. $f_{c,top} < f_{cm}$):

$$\gamma_{c,cyc} = \frac{1}{0,97\sqrt{\eta_{cr}^v} - 0,3\ln \eta_{top}}. \quad (1)$$

Коэффициент $\gamma_{c,cyc}$ может быть как понижающим, так и повышающим в зависимости от уровня повторных нагружений: при высоких уровнях ($\eta_{top} \geq \eta_{cr}^v$) коэффициент $\gamma_{c,cyc}$ принимает значения больше 1,0 и является понижающим; при низких и средних уровнях ($\eta_{top} < \eta_{cr}^v$) данный коэффициент принимает значения меньше 1,0 и является повышающим.

Предлагаемая зависимость для расчета $\gamma_{c,cyc}$ обеспечивает удовлетворительную сходимость с эмпирическими данными (отклонение в пределах 15 %, в среднем отклонение составляет 2,3 %). Результаты сравнения опытных и расчетных значений $\gamma_{c,cyc}$ представлены на гистограмме (рис. 1).

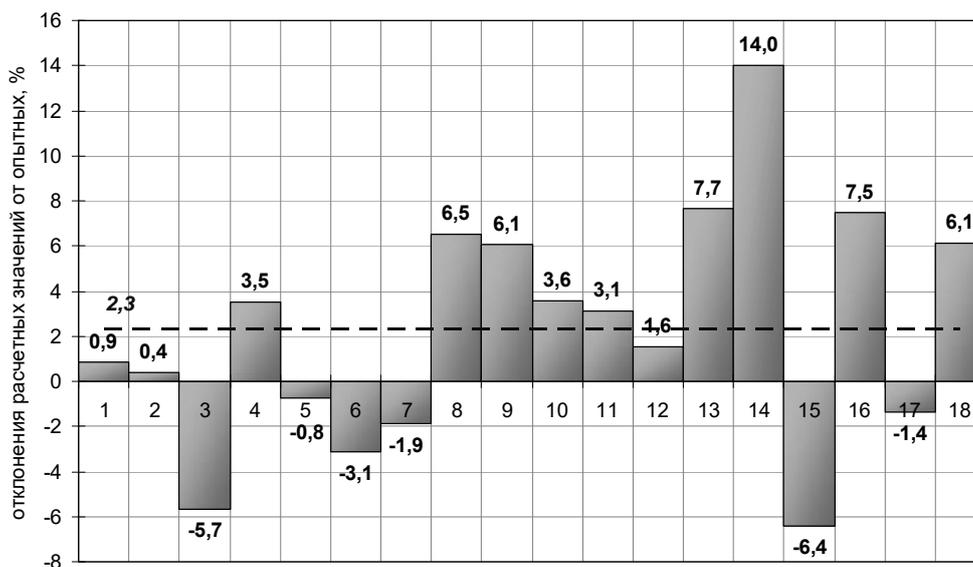


Рис. 1. Сравнение расчетных и эмпирических значений частного коэффициента $\gamma_{c,cyc}$

Применение предлагаемого частного коэффициента при расчете прочности бетона на осевое сжатие позволит скорректировать значение прочности бетона при действии повторных нагружений различного уровня. Малоцикловую прочность бетона следует определять путем деления значений кратковременной прочности при однократном осевом сжатии f_c на коэффициент $\gamma_{c,cyc}$:

$$f_{c,cyc} = \frac{f_c}{\gamma_{c,cyc}}. \quad (2)$$

Таким образом, для железобетонных конструкций еще на стадии проектирования возможно учесть негативное влияние малоцикловых статических нагрузок путем корректировки значений прочности бетона на осевое кратковременное сжатие.