

НАУЧНЫЕ ЗАМЕТКИ

В. В. ПИНАДЖЯН, С. Г. ИОШИСЯН

К ВОПРОСУ ВЛИЯНИЯ ДЛИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ
НА ДЕФОРМАЦИИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАПРЯЖЕННЫХ
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Важнейшим фактором, оказывающим влияние на работу железобетонных конструкций и сооружений, являются длительные деформации от ползучести и усадки бетона [1]. Длительные деформации изменяют величины усилий предварительного напряжения в арматуре и бетоне и общее напряженное состояние элементов конструкций, вызывают дополнительные прогибы, при наличии же трещин увеличивают ширину их раскрытия и т. д. В связи с этим, правильный учет длительных деформаций, развивающихся в железобетонных конструкциях, имеет большое практическое значение.

Разработанные в настоящее время теоретические методы расчета длительных деформаций в предварительно напряженных железобетонных конструкциях позволяют достаточно точно оценивать их поведение в условиях проявления ползучести и усадки бетона [2, 3]. В связи с тем, что применение этих методов зачастую связано с большим объемом вычислительных работ, в практике проектирования пользуются приближенными способами расчета. В частности, для предварительно напряженных железобетонных элементов полный прогиб от длительного действия нагрузки с учетом выгиба от усилий предварительного обжатия бетона определяется по формуле [4]

$$f = (f_1 - f_2) C,$$

где f_1 — начальная деформация от длительно действующей части внешней нагрузки;

f_2 — начальная деформация от усилия обжатия бетона;

C — коэффициент, учитывающий увеличение деформаций от длительного действия нагрузки. Значение C принимается при сухом режиме эксплуатации равным 3, при нормальном режиме — 2, при влажном режиме — 1,5. При этом предполагается, что знак прогиба от длительного воздействия нагрузки совпадает со знаком начального прогиба. Иначе говоря, если при совместном действии внешней нагрузки и усилия обжатия конструкция располагается, например, выше нулевой линии, то и во времени прогибы увеличиваются в том же направлении. Значения коэффициента C нормируют-

ся только лишь в зависимости от влажностных условий эксплуатации конструкции.

Проследим правильность принятых предпосылок. Рассмотрим для этого пример 2 приложения 8 Инструкции СН 10-57. Дана однопролетная предварительно напряженная балка с расчетным пролетом $l=11,6$ м и высотой сечения $h=0,97$ м. Для балки принимаются: тяжелый бетон марки 400, напрягаемая арматура из холоднокатанной проволоки периодического профиля Φ 5 мм по ГОСТ 8480-63 ($F_{II}=1,57$ см² — 8 проволок, $F_{IV}=7,84$ см² — 40 проволок), усилие обжатия бетона — 940000 кг. Следуя [2, 3], рассчитаем длительные деформации балки при значениях изгибающего момента от поперечной нагрузки от 0 до 50 т. м. Нормированные физико-механические характеристики бетона в условиях длительного воздействия нагрузки принимались по [5] для трех значений относительной влажности p сре-

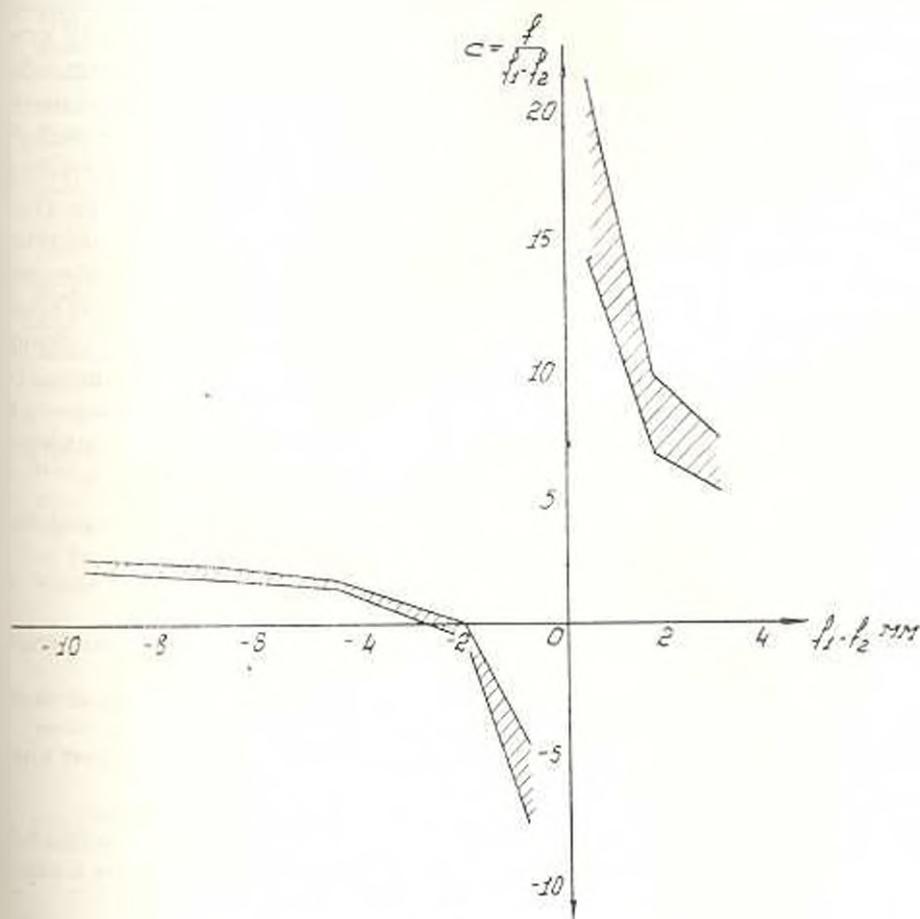


Рис. 1.

ды и равнялись при $p=50\%$ — $\varphi_r = 3,57$, $\varepsilon_y = 43 \cdot 10^{-5}$, при $p=70\%$ — $\varphi_r = 2,7$, $\varepsilon_y = 33 \cdot 10^{-5}$, при $p=85\%$ — $\varphi_r = 2,09$ и $\varepsilon_y = 25,4 \cdot 10^{-5}$. Расчеты велись для двух схем загрузки: сосредоточенной силы и

серелине пролета и равномерно распределенной по всему пролету нагрузки. В общей сложности были подсчитаны 45 вариантов деформаций балки. Из рис. 1 показаны полученные значения коэффициента C для случая равномерно распределенной нагрузки на балку в зависимости от суммарного упругого прогиба в середине пролета. Закономерность изменения C для случая сосредоточенной нагрузки аналогична. Заштрихованная площадь указывает на границы изменения коэффициента C при изменении влажности среды в диапазоне 50%—85%. Отрицательным знаком отмечен суммарный упругий прогиб вверх от нулевой линии (выгиб), положительным—вниз от нулевой линии. Нетрудно заметить, что значения коэффициента C существенно зависят от величины суммарного упругого прогиба или что то же от соотношения моментов обжатия бетона и внешнего изгибающего момента. С приближением упругого прогиба к нулю сверху и снизу величина C стремится к бесконечности. Как видно из рис. 1, знак полной деформации балки меняется на обратный раньше, чем меняется знак суммарных упругих деформаций, поскольку кривая C пересекает ось абсцисс не при нуле, а в точке $f_1 - f_2 = -2,5$ мм. Абсолютное значение координаты пересечения кривой C с осью абсцисс увеличивается и отдалается от нуля с увеличением гибкости элемента и уменьшением модуля упругости бетона. Можно также заметить, что расхождение между кривыми C при влажностях 50% и 75% увеличивается с приближением упругих деформаций к нулю, т. е. с увеличением внешнего изгибающего момента. Это объясняется тем, что с увеличением внешнего момента доля длительных деформаций в полных деформациях балки увеличивается. Выявленная здесь на частном примере закономерность изменения величин C с учетом [5] может быть полезна при последующем корректировании норм [4] в части, касающейся расчета деформаций предварительно напряженных конструкций.

Получено 5.XI.1967

ЛИТЕРАТУРА

1. Гвоздев А. А. Ползучесть бетона. Труды II Всесоюзного съезда по теоретической и прикладной механике. «Наука», 1966.
2. Улицкий И. И., Чжан-Чжун-Яо, Голмшес А. Б. Расчет железобетонных конструкций с учетом длительных процессов. Киев, 1960.
3. Austman R. Kriechberechnung von Verbundträgern unter Benutzung von zwei Kriechfasern. Der Bauingenieur, 1960, II, 11.
4. Бетонные и железобетонные конструкции. Нормы проектирования. М., 1962.
5. Щербиков Е. И. Развитие практических методов учета ползучести и усадки бетона при проектировании железобетонных конструкций. Журнал «Бетон и железобетон», № 8, 1967.