

РАСЧЕТ СОПРОТИВЛЕНИЯ БЕТОНА НА СМЯТИЕ (МЕСТНОЕ СЖАТИЕ)

СЕМЕНЮК С. Д., МОРОЗОВ И. В.
Белорусско-Российский университет
Могилев, Беларусь

Аннотация. На сегодняшний день в стране разработана база для расчёта железобетонных конструкций, расчётные модели имеют достаточное обоснование. Этого нельзя сказать о расчёте усиленных конструкций. Дело в том, что расчёт таких конструкций ведётся без учёта влияния малоцикловых нагрузжений. В данной статье мы рассмотрим влияние такого расчета на точность итоговых результатов.

В Республике Беларусь, использование лёгких бетонов при возведении несущих конструкций на сегодняшний день является достаточно перспективным направлением, особенно, с учетом постоянно

повышающегося качества используемого материально-технического обеспечения, создания более современных химических модификаторов, позволяющих при достаточно невысоких расходах цемента получить повышенное значение прочности готового бетона. В связи с этим нормативная база, связанная с расчётом конструкций из лёгких бетонов, нуждается в некотором внимании со стороны науки, чтобы нормативная литература не отставала от современных реалий и технического прогресса.

Рассмотрим актуальную и применяемую на сегодняшний день расчетную модель. Согласно этой модели, выполняется расчёт бетона на смятие в соответствии с нормативами, изложенными в пункте 7.4.1 СНБ 5.03.01-02-2003 «Бетонные и железобетонные конструкции». При расчете элементов, испытывающих на себе воздействие местных сжимающих сил, в качестве характеристики, описывающей прочность бетона, необходимо брать расчётное сопротивление бетона смятию f_{cud} , значение которого находится в зависимости от расчетного сопротивления бетона сжимающим усилиям и соотношения величины площади смятия (площади, о которой говорилось выше, на которую приходится местная сжимающая нагрузка) к полной площади приложения сжимающего усилия. Расчетное значение сопротивления бетона смятию вычисляется согласно следующей формуле:

$$f_{cud} = \omega_u \cdot \alpha \cdot f_{cd}$$

Расчетные значения напряжений испытываемого бетона в конкретных точках диаграммы деформирования можно рассчитать, заменяя нормативные значения f_{ck} расчётными f_{cd} с домножением на коэффициент α , который учитывает влияние длительного нагружения, а также влияние способа ее приложения и т. д.

Для бетонов высокой прочности значения f_{cd} необходимо скорректировать при помощи коэффициента λ , который принимается согласно таблице 1 СНБ.

При расчётах по первой группе предельных состояний сечений, используют в основном упрощённые диаграммы деформирования (как нормативные, так и расчётные), при условии, что усилия действуют в пределах плоскости симметрии.

В результате рассмотрения и сравнения расчетных зависимостей, описывающих местное сжатие, используемых в нормах проектирования государств-членов СНГ и ряда других стран было установлено, что бо́льшая часть из этих зависимостей представляются чисто эмпирическими и практически не пригодны для реальных расчётов в инженерных организациях. Вследствие этого, имеет место быть ощутимая ошибка (как в большую, так и в меньшую сторону) несущей способности легкого бетона (в том числе и керамзитобетона). Помимо прочего можно наблюдать различные взгляды на процесс образования трещин и разрушения при местном сжатии.

Чтобы правильно описать трансформированную диаграмму деформирования бетона, необходимо придерживаться следующего: общий вид диаграммы остаётся неизменным, однако присутствует необходимость введения дополнительных частных коэффициентов, полученных, согласно информации, приведенной в [1], только эмпирическим путём. Это производится с целью корректировки базовых параметрических точек диаграммы.

Коэффициент условий работы $\gamma_{c,cyc}$ может быть понижающим или повышающим в зависимости от режима нагружения. Предложенная Семенюком С.Д. зависимость даёт достаточно точную сходимость с экспериментальными данными (при несоответствии в пределах 15 %). Результаты сравнения опытных значений $\gamma_{c,cyc}$ с теоретическими, полученными при расчёте по формуле, представлены на рис. 1. Поэтому целесообразным использовать зависимость, описанную профессором Семенюком С.Д. Для описания диаграммы деформирования « $\sigma_c - \epsilon_c$ » при кратковременном нагружении В. Н. Байковым было предложено использовать полином пятой степени, для вычисления которого необходимо знать параметры, получаемые опытным путём.

Влияние длительных процессов, динамических и циклических составляющих нагрузок, температурного режима, сложных напряжённо-деформированных состояний при расчётах конструкций учитывается, как правило, способом трансформирования базовых диаграмм деформирования, полученных в стандартных условиях при осевом кратковременном нагружении. В частности, при действии малоцикловых нагружений необходимо принимать во внимание изменение диаграммы деформирования бетона.

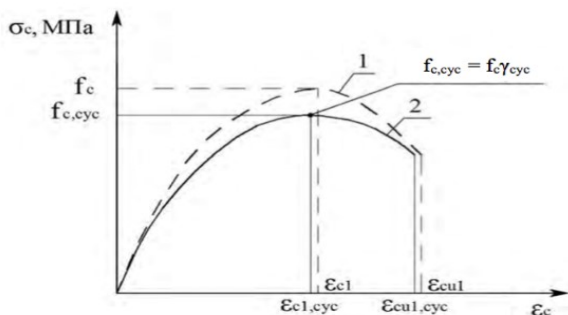


Рис. 1. Сравнение опытных и теоретических значений коэффициента условий работы $\gamma_{c,cyc}$ по результатам исследований: 1 – диаграмма деформирования бетона при статическом нагружении; 2 – трансформированная диаграмма деформирования бетона при малоцикловом нагружении.

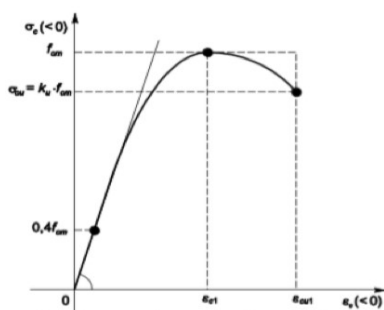


Рис. 2. Изложенная в [1] диаграмма деформирования « $\sigma_c - \varepsilon_c$ »

Нормативная диаграмма деформирования рассматривается как резюмирующая характеристика механических свойств легкого бетона (и керамзитобетона). Выделена обобщенная зависимость для определения начального модуля упругости бетона, предложенная Г. В. Несветаевым, принимающая во внимание технологические факторы и состав.

Значения относительных деформаций ε_{c1} и ε_{cu} в параметрических точках меняются. Нормативные документы предлагают считать значения первых постоянными для некоторых бетонов. Для того, чтобы получить график зависимости продольной относительной деформации ε_{c1} от класса по прочности бетона считается

достаточным применение простых линейных зависимостей. Например, для определения параметрической точки диаграммы деформирования, соответствующей относительным деформациям ε_{cl} , А. Томашевич предложил формулу:

$$\varepsilon_{cl} = 0,7f_c^{0,31},$$

М. А. Мансур, Т. Х. Ви – зависимость:

$$\varepsilon_{cl} = 0,78f_c^{0,25}.$$

Резюмируя, представленные авторами результаты экспериментов подтверждают, что описание диаграммы бетона при осевом сжатии в условиях малоциклового нагружения может быть с достаточной достоверностью получено согласно положениям Еврокод-2, представленных в [2, 3].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Семенюк С.Д., Москалькова Ю.Г. Прочность и деформативность изгибаемых железобетонных элементов, усиливаемых наращиванием сжатой зоны, при статическом и малоцикловом нагружении. – Государственное учреждение высшего профессионального образования «Белорусско-Российский университет». 2017. – 274 с.
2. Сахновский, К. В. Железобетонные конструкции / К. В. Сахновский. – М. : Гос. изд-во лит. по стр-ву, архитектуре и строит. мате- риалам, 1959. – 838 с.
3. Семенюк, С. Д. Расчет прочности нормальных сечений изгибаемых железобетонных элементов с высокопрочной арматурой или пере- армированным сечением / С. Д. Семенюк, Ю. Г. Болонько // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будовлі та споруди : зб. наук. пр. / Нац. ун-т водн. госп-ва та природокорист. ; редкол. : Є. М. Бабич [та інш.]. – Рівне, 2009. – Вип. 18. – С. 318–325.
4. Бабич, Е. М. Прочность бетона после действия малоцикло- вой сжимающей нагрузки / Е. М. Бабич, А. П. Погореляк // Изв. ву- зов. Строи- тельство и архитектура. – 1976. – No 4. – С. 33–36.