

УДК 666.97:620.17

## ХАРАКТЕР ДЕФОРМИРОВАНИЯ БЕТОНА

канд. техн. наук, доцент В.Д. ГРИНЁВ

*Выдвинута гипотеза, объясняющая наличие ниспадающей ветви в диаграмме « $\varepsilon_c - \sigma_c$ » сжатого бетона с постоянной скоростью деформирования. Характер кривой зависит от послойной неоднородности бетона. Каждый слой имеет разные прочностные и деформативные свойства, проявляемые при нагрузках, близких к предельным.*

Диаграмма деформирования бетона с нисходящей ветвью получается при уменьшающихся на каждом этапе нагрузках, обеспечивающих постоянную скорость деформирования. Столь искусственное загрузеие требует автоматизированного режима работы специально оборудованных прессов и отличается от традиционного загрузеия с постоянной скоростью роста нагрузки.

Отечественными учеными разработана универсальная теория упругоползучего тела, основанная на предположении «монотонного режима» нагружения [1].

Расчетная модель, позволяющая находить конечные деформации ползучести при расчете по нормам, действующим в настоящее время, также базируется на постоянстве скорости нагружения образцов [2].

Ниспадающая ветвь является своеобразной характеристикой процесса разрушения бетона после достижения пикового напряжения. Предельная относительная деформация существенно зависит от изменения скорости деформирования [3]. Так при большой скорости деформирования характерно увеличение нагрузки на каждом этапе, что препятствует возможности проявления полных деформаций бетона. Значения полных деформаций могут быть близкими к деформациям при испытаниях с постоянной скоростью роста нагрузки. Скорость нагружения существенно влияет на деформации быстронатекающей ползучести, проявляемой и в момент нагружения [4]. Нелинейная ползучесть при высоких уровнях напряжений и неравномерном уменьшающемся росте нагрузки на каждом этапе, практически, не исследована. Несмотря на это, очевидным является тот факт, что на этапах нагружения, соответствующих  $(0,7 - 1)f_{cm}$ , скорость нагружения приближается к нулю, как и касательный модуль упругости. Нулевая или близкая к ней скорость нагружения дает возможность проявления ползучести.

Характер диаграммы « $\varepsilon_c - \sigma_c$ » также зависит от степени однородности структуры бетона. Рядом ученых отмечалась неоднородность напряжений и деформаций бетона при силовом воздействии, даже в пределах сечения образца [5, 6, 7, 8, 9]. В работе [9] установлено, что наружные слои бетона содержат значительный объем микропор и трещин по сравнению со слоями, более удаленными от наружной поверхности бетона. Неоднородность свойств бетона как капиллярно-пористого тела можно также объяснить неоднородностью исходных материалов, технологией приготовления и наличием растворной части бетона, образованием карбонатной пленки. Поверхностный слой бетона служит разделом двух фаз (воздуха и условно твердого тела). Известно, что прочность поверхностного слоя бетона обычно меньше прочности срединных слоев. С целью повышения прочности создают бетонополимерные изделия, а поверхностный слой металла упрочняют волочением, термической обработкой. Так, при создании бетонополимерных конструкций их прочность возрастает в 4 – 5 раз по сравнению с прочностью исходного бетона, в основном за счет уменьшения количества пор, одновременно снижается деформативность и увеличивается модуль упругости [10].

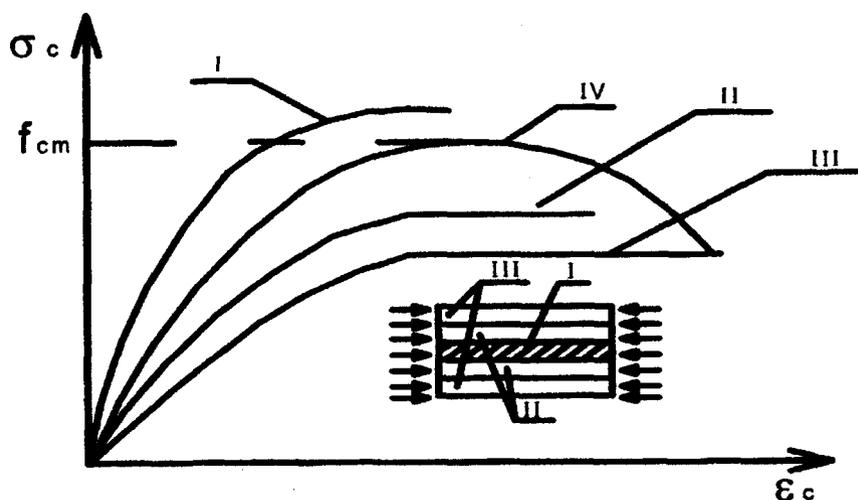
Интересны исследования стружек, полученных при снятии поверхностного слоя со стержневой арматуры, поверхность которой была подвергнута термомеханической обработке (в потоке стана) [11]. Наружные слои деформировались без площадки текучести, а внутренние – с площадкой. Диаграмма « $\varepsilon_c - \sigma_c$ » цельного прутка зависела от толщины упрочненного металла.

На основании вышеизложенного сделано предположение, что образцы из бетона низких и средних классов имеют разную по глубине сечения прочность и деформативность.

Пусть призма (цилиндр) состоит из пяти слоев, объединенных когезией в монолит.

Представим возможные испытания отдельных слоев (I, II, III) призмы. Каждый слой отличается прочностью и деформативностью (ползучестью), при этом наружные слои менее прочные и более деформативные. Слои II и III деформируются с характерными признаками ползучести с горизонтальными участками разной протяженности кривых деформирования (рисунок).

При этом кривая IV на рисунке, соответствующая деформированию цельного образца, получится по средним значениям напряжений и относительных деформаций любого количества исходных слоев.



Деформации бетона:  
 I – кривая деформирования срединного слоя I;  
 II – кривая деформирования слоя II;  
 III – кривая деформирования слоя III;  
 IV – суммарное среднее деформирование всех слоев

### Заключение

Предложена гипотеза, объясняющая характер кривой  $\epsilon_c - \sigma_c$  при постоянной скорости деформирования, который зависит от режима нагружения, вызывающего разную ползучесть отдельных слоев образца, обладающих различной прочностью и деформативностью.

Эту гипотезу можно распространить и на образцы с произвольным размещением дефектов в их объеме.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Бондаренко В.М., Суворкин Д.Г. Железобетонные и каменные конструкции. – М.: Высш. шк., 1987. – С. 57 – 58.
2. Тур В.В., Рак Н.А. Прочность и деформации бетона в расчетах конструкций. – Брест: БГТУ, 2003. – С. 52.
3. Гвоздев А.А. Прочность, структурные изменения и деформирование бетона. – М.: Стройиздат, 1978. – С. 3 – 47.
4. Столяров Я.В. Введение в теорию железобетона. – М.–Л.: Стройиздат Наркомстроя, 1941. – С. 51 – 55.
5. Новое о прочности железобетона / А.А. Гвоздев, С.А. Дмитриев, С.М. Крылов и др.; Под ред. К.В. Михайлова. – М.: Стройиздат, 1997. – С. 8 – 12.
6. Ахметзянов Ф.Х. Разрушение конструкций и учёт влияния поверхностных слоев // Исследование, расчёт и испытание металлических конструкций. – Казань, 1980. – С. 53 – 54.
7. Фомица Л.Н., Сумбатов Р.А. Измерение напряжений в железобетонных конструкциях. – Киев: Будівельник, 1994. – С. 75 – 87.
8. Байков В.Н. Особенности разрушения бетона, обусловленные его ортотропным деформированием // Бетон и железобетон. – 1996. – № 12. – С. 10.
9. Холмянский М.М. Бетон и железобетон. Деформативность и прочность. – М.: Стройиздат, 1997. – С. 60 – 76
10. Баженов Ю.М., Угинчус Д.А., Улитина Г.А. Бетонполимерные материалы и изделия. – Киев: Будівельник, 1978. – 88 с.
11. Одесский П.Д., Зборовский Л.А., Абашева Л.П. О теоретических основах повышения прочности арматурной стали нового поколения // Бетон и железобетон. – 1997. – № 1. – С. 5 – 8.