

2. Свлютин В. А. Автоматизированное проектирование топологии БИС. — М.: Радио и связь, 1983. — 112 с.
3. Морозов К. К., Одинокое В. Г., Курейчик В. М. Автоматизированное проектирование конструкций радиоэлектронной аппаратуры. — М.: Радио и связь, 1983. — 280 с.
4. Боло Л. А., Купчиков С. Н. Универсальная модель элементной базы БИС микропроцессорных систем управления // Элементы, узлы, устройства и математическое обеспечение микропроцессорных систем управления: Междучед. тематич. науч. сб. — М., 1987. — С. 176—183.
5. Купчиков С. Н. Моделирование элементной базы СБИС и технологически-инвариантных САПР // Проблемы создания и развития интегрированных автоматизированных систем в проектировании и производстве: Тез. докл. Всесоюзной науч. конф. — М.: Радио и связь, 1987. — С. 102—103.

Татарский радиотехн. ин-т

25. 11. 1988

Изв. АН АрССР (сер. ТН), т. XLII, № 6, 1989, с. 283—288

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ

УДК 691.327:539.376

А. П. КИРИЛЛОВ, Э. Я. БАГРИЙ, В. Н. ЗАВЯЛОВ К ВОПРОСУ О ДЛИТЕЛЬНОМ ДЕФОРМИРОВАНИИ БЕТОНА ПРИ СЛОЖНОМ НАПРЯЖЕННОМ СОСТОЯНИИ

Представлены некоторые результаты экспериментально-теоретического исследования ползучести тяжелого бетона при даухосном сжатии. Сопоставление экспериментальных данных с теоретическими по предложенным аналитическим зависимостям позволило добиться удовлетворительного результата при описании относительных деформаций ползучести в направлении каждого из действующих напряжений.

Ил. 3. Библиограф.: 7 назв.

Ներկայացված են լայն բնույթի օպերի տեսական-փորձարարական հետազոտման որոշ արդյունքները ծրարած լարման դեպքում: Հաստատված է լարման հետևանքով տեսական և փորձարարական տվյալների համադրումը: Քաղ. է տվել լարման զործող լարման ուղղությամբ տառադրող օպերի հարաբերական դեֆորմացիաների նկարագրման դեպքում հասնել բավարար արդյունքների:

В большинстве случаев бетон массивных пространственных и плоскостных железобетонных конструкций находится в условиях сложного напряженного состояния. В настоящее время наметилось два подхода к оценке длительных деформаций бетона в таких сложных условиях силовых воздействий.

В первом из них [1—3] реализуется основанная на том или ином учете нелинейных деформаций ползучести бетона система физических уравнений, связывающих относительные деформации бетона во времени по любому направлению с соответствующими величинами тензора напряжений. Во втором [4—6] влияние сложного напряженного состояния учитывается своеобразной трансформацией функции удельных относительных деформаций ползучести, например, в виде

$$C_{2x} = C_x / (1 + \sigma_y / \sigma_x),$$

$$C_{2x} = C_x [1 - 2 \sqrt{2} \sigma_y / \sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + \sigma_x^2 + \sigma_y^2}], \quad (1)$$

$$C_{2x} = C_x (1 - \sigma_y / \sigma_x) [2 - e^{A(\sigma_y / \sigma_x)^2}].$$

с последующим использованием аналитических зависимостей одноосного напряженного состояния.

Для дополнительного изучения этого вопроса было проведено несколько серий экспериментальных исследований ползучести стареющего бетона в условиях двухосного сжатия, которые отличались составами, прочностными характеристиками, возрастом бетона и момент загрузки, режимами нагружения и относительными уровнями действующих напряжений в опытных образцах.

Все длительные испытания проводились на бетонных неизолированных образцах-призмах размером $10 \times 10 \times 40$ см. Расчетный состав бетона для опытных образцов первой серии следующий (кг на 1 м^3 бетона): портландцемент марки 500—140, песок—620, щебень—1160, вода—190. Для создания в образцах сжимающих напряжений применялись рычажные установки обычной конструкции и мембранные обжимающие приспособления [6].

Загружение образцов длительной нагрузкой производили в возрасте t , равном 5, 9, 15, 28 и 70 сут. Относительные уровни напряжений для различных возрастов загрузки находились в диапазоне от 0,125 до 0,71 призмочной прочности в момент загрузки. Отношения напряжений σ_y / σ_x изменялись от 0,05 до 1. Одновременно с двухосным сжатием загружались одноосно загруженные образцы с теми же величинами напряжений σ_x . При каждом виде напряженного состояния испытывались по два образца-близнеца. Температурно-влажностные деформации в каждой из серий замеряли на четырех образцах. Для измерения деформаций использовались индикаторы часового типа и тензометры.

Коэффициент упругих поперечных деформаций при одноосном сжатии $\nu_1(t)$ по мере роста уровня напряжений σ_x увеличивался от 0,14 до 0,26, а коэффициент $\nu_1(t)$, вычисленный по формулам обобщенного закона Гука при двухосном сжатии, также проявлял тенденцию к увеличению по мере роста σ_x и суммы $(\sigma_x + \sigma_y)$ и был несколько больше, чем для одноосного нагружения. Величина коэффициента поперечной деформации ползучести при двухосном сжатии $\nu_2(t, \tau)$ с учетом деформаций по всем направлениям также зависит от уровней и соотношения напряжений σ_x и σ_y и на всем диапазоне измерений для отмеченных видов напряженного состояния была близка к $\nu_1(t)$ двухосно нагруженных образцов.

В качестве примера на рис. 1 и 2 для образцов первой и второй серий испытаний представлены усредненные кривые относительных деформаций ползучести бетона в направлении действующих напряжений σ_x и σ_y . Для всех исследованных режимов нагружения необходимо отме-

туть резкое снижение деформаций ползучести в направлении σ_x уже при небольших величинах σ_y , что отмечалось и в ранее проведенных исследованиях [4, 6].

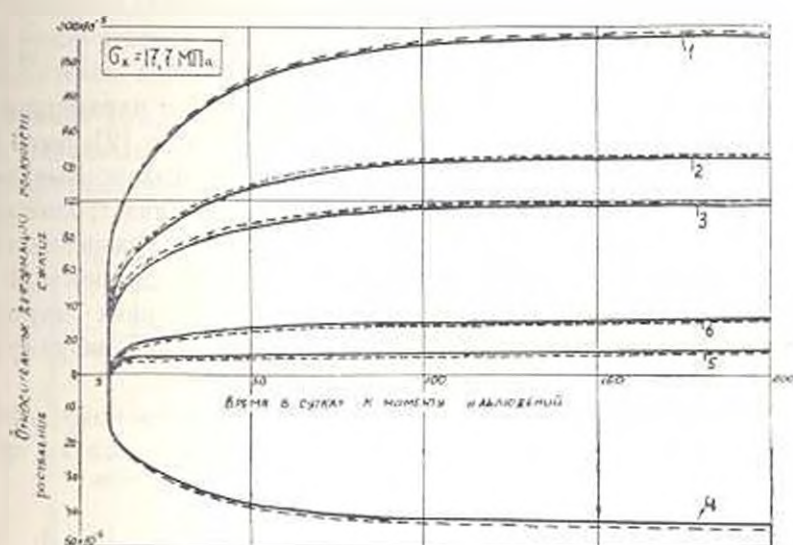


Рис. 1. Относительные деформации ползучести бетона при двухосном сжатии (1-я серия опытов): — экспериментальные значения; ---- теоретические значения. 1, 2, 3 — $\sigma_x(t, \tau)$ (при $\sigma_y = 0.6$ и 10 МПа), 4, 5, 6 — $\sigma_y(t, \tau)$ (при $\sigma_x = 0.6$ и 10 МПа).

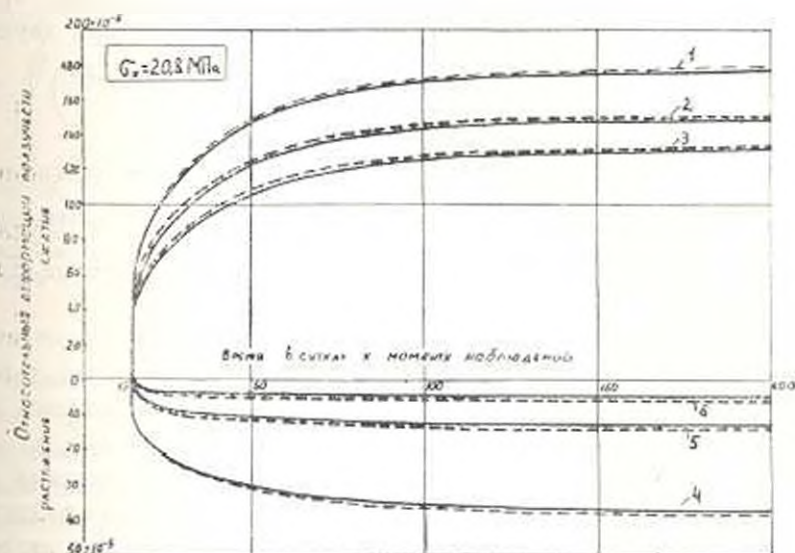


Рис. 2. Относительные деформации ползучести бетона при двухосном сжатии (2-я серия опытов): — экспериментальные значения; ---- теоретические значения. 1, 2, 3 — $\sigma_x(t, \tau)$ (при $\sigma_y = 0.2$ и 4 МПа), 4, 5, 6 — $\sigma_y(t, \tau)$ (при $\sigma_x = 0.2$ и 4 МПа).

Учитывая необходимость разработки аппарата теории расчета железобетонных конструкций с учетом ползучести бетона при разнообразных режимах нагружения в условиях сложного напряженного состояния, авторы статьи в своих теоретических исследованиях следовали первому из отмеченных выше подходов. Однако при теоретической обработке экспериментальных данных с учетом нелинейной ползучести бетона [1] даже при очень хорошем подборе функций и параметров, входящих в выражение для $C(\sigma, t, \tau)$ для осевого сжатия [2], было отмечено неудовлетворительное соответствие сравниваемых кривых деформирования опытных образцов. В этой связи, сохраняя традиционный подход к аналитическим зависимостям физических уравнений теории упруго-ползучего тела, для описания относительных деформаций ползучести бетона при постоянных во времени напряжениях двухосного сжатия были введены обобщенные нелинейные функции напряжений и функции влияния режимов нагружения.

С учетом выявленного выше близкого соответствия коэффициентов поперечных деформаций для постоянных напряжений сжатия предлагаются следующие зависимости:

$$\begin{aligned} \epsilon_x(t, \tau) &= f_x(\sigma_x, \sigma_y) (\sigma_x - \nu \sigma_y) [C_x(t, \tau) + F_x(\sigma) C_n(t, \tau)]; \\ \epsilon_y(t, \tau) &= f_y(\sigma_x, \sigma_y) (\sigma_y - \nu \sigma_x) [C_y(t, \tau) + F_y(\sigma) C_n(t, \tau)], \end{aligned} \quad (2)$$

где $F_x(\sigma) = \left(\frac{\sigma_x - \nu \sigma_y}{\sigma_0} \right)^m$ и $F_y(\sigma) = \left(\frac{\sigma_y - \nu \sigma_x}{\sigma_0} \right)^m$ — обобщенные нелинейные функции напряжений соответственно в направлении σ_x и σ_y ; ν — коэффициент поперечной деформации ползучести при двухосном сжатии, равный $\nu_2(t, \tau)$; $f_x(\sigma_x, \sigma_y) = \left| 1 - A_x \left(\frac{\sigma_x}{\sigma_i} \right)^a \left(\frac{\sigma_y}{\sigma_i} \right)^b \right|$ и $f_y(\sigma_x, \sigma_y) = \left| 1 - A_y \left(\frac{\sigma_x}{\sigma_i} \right)^a \left(\frac{\sigma_y}{\sigma_i} \right)^b \right|$ — функции влияния режимов нагружения; σ_i — интенсивность нормальных напряжений; σ_0 — условное напряжение, равное 0,1 МПа; A_x, A_y, a, b — эмпирические коэффициенты.

Как видно из рис. 1 и 2, получено удовлетворительное соответствие экспериментальных и теоретических величин относительных деформаций ползучести бетона при двухосном сжатии, что наблюдалось и для образцов с другими соотношениями напряжений сжатия σ_x и σ_y .

Для описания длительных деформаций бетона при сложных режимах нагружения в условиях двухосного сжатия использован раздельный учет линейной и нелинейной составляющих ползучести [2] с введением аналогичных по физическому смыслу функций влияния режимов нагружения. В этом случае физические уравнения представляются в следующем виде:

$$\begin{aligned} \varepsilon_x(t, \tau) &= (\sigma_x - \nu \sigma_y) [f_\lambda(\sigma_x, \sigma_y) C_\lambda(t, \tau) + f_n(\sigma_x, \sigma_y) F_x(\sigma) C_n(t, \tau)]; \\ \varepsilon_y(t, \tau) &= (\sigma_y - \nu \sigma_x) [f_\lambda(\sigma_x, \sigma_y) C_\lambda(t, \tau) + f_n(\sigma_x, \sigma_y) F_y(\sigma) C_n(t, \tau)], \end{aligned} \quad (3)$$

где $f_\lambda(\sigma_x, \sigma_y) = \left[1 - A \left(\frac{\sigma_y}{\sigma_x} \right)^a \right]$, $f_n(\sigma_x, \sigma_y) = \left[1 - B \left(\frac{\sigma_y}{\sigma_x} \right)^b \right]$ — функции влияния режимов нагружения, учитывающие соответственно снижение линейных $C_\lambda(t, \tau)$ и нелинейных $C_n(t, \tau)$ составляющих деформаций ползучести бетона.

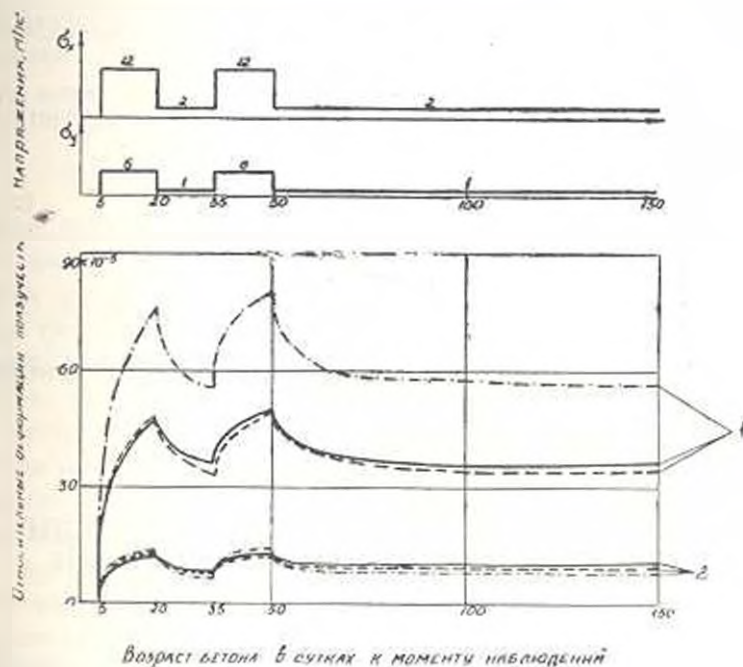


Рис. 3. Относительные деформации ползучести бетона при ступенчатых режимах нагружения: 1 — $\varepsilon_x(t, \tau)$; 2 — $\varepsilon_y(t, \tau)$. — — — экспериментальные значения; - - - - модифицированный принцип наложения воздействий по выражению (3); - - - - то же, но без учета функций влияния режимов нагружения.

Указанные предложения были апробированы при теоретической обработке деформаций ползучести бетонных образцов для простого (пропорционального) нагружения в условиях двухосного сжатия. При этом был использован модифицированный принцип наложения воздействий с различным учетом линейных и нелинейных деформаций ползучести на этапах догрузки и разгрузки [7]. Как видно из рис. 3, предлагаемые выражения для совершенствования аппарата теории нелинейной ползучести бетона в условиях двухосного сжатия в целом удовлетворительно отражают сложную картину деформирования бетона.

1. Друтюнян Н. Х. Некоторые вопросы теории ползучести. — М.: Гостехиздат, 1952. — 324 с.
2. Александровский С. В., Полкова О. М. Нелинейные деформации бетона при сложных режимах загрузки. // Бетон и железобетон. — 1970. — № 1. — С. 27—31.
3. Бондиренко В. М. Некоторые вопросы нелинейной теории железобетона. — Харьков: Изд-во Харьк. Гос. ун-та, 1968. — 324 с.
4. Лившиц Я. Д., Ткачук В. М. Исследование ползучести бетона при азотном и азотно-железном состоянии. // Бетон и железобетон. — 1973. — № 11. — С. 27—29.
5. Прокопюк И. Е., Яременко А. Ф. Об особенностях ползучести бетона на дисках при двухосном сжатии. // Изв. вузов. Стр. и архит. — 1975. — № 9. — С. 20—23.
6. Нрядко Н. В., Малайкин Ю. Н. Ползучесть бетона при двухосном сжатии. // Бетон и железобетон. — 1980. — № 5. — С. 40—41.
7. Александровский С. В., Колесников Н. А. Нелинейная ползучесть бетона при ступенчато изменяющихся напряжениях. // Бетон и железобетон. — 1971. — № 5. — С. 24—27.

МО Атомэнергoproект

20 VI. 1988

Изв. АН АрмССР (сер. ГН), т. XLII, № 6, 1989, с. 288—293

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ

УДК 534.833

Ю. А. ГАСПАРЯН, С. А. МАРГАРЯН, Б. Ю. ГАСПАРЯН

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ ЖЕСТКОСТИ НИЗКОЧАСТОТНЫХ ЗВУКОПОГЛОТИТЕЛЕЙ ИМПЕДАНСНЫМ МЕТОДОМ

Работа посвящена определению динамических характеристик упругой связи ЛХУС низкочастотных звукопоглотителей, широко применяемых на практике. Расчет производится резонансным и импедансным методами с учетом акустических потерь в источнике распространения и коэффициента затухания в упругих связях. Рассмотрена количественная оценка между геометрическими и акустическими параметрами при определении импедансных характеристик резонатора. Сравнение теоретических и экспериментальных данных дает уверенность, не превышающую допустимую ошибку акустических измерений.

Ил. 2, Библиогр. 3 назв.

Արհեստները նվիրված է գործնականում լաբորանկա կիրառվող քանի համախառնության ձայնակիրներին առաջական կապի դինամիկ բնութագրերի որոշմանը: Հաշվարկը կատարվում է ռեզոնանսային և իմպեդանսային մեթոդներով՝ նկատի ունենալով առաջական կապերում տարածման հաստատունի և ծարման զործակցի ձայնադիտական կորուստները: Ռեզոնանսորի իմպեդանսային բնութագրերի որոշման ժամանակ դիտարկվում է ներառչական և ձայնադիտական ցուցանիշների բանական գնահատականը: Տեսական և փորձնական տվյալների համեմատումը տալիս է ձայնադիտական լաբորանկների թույլատրելի սխալը չտերազանցող չեղում:

Рассмотрим резонансный звукопоглотитель [1], представляющий собой колебательную систему с двумя степенями свободы и состоящий