

УДК 624.012.41

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ДЕФОРМИРОВАНИЕ ТЯЖЕЛОГО БЕТОНА

Совгира В.Н., Совгира Р.В. (Одесская государственная академия
строительства и архитектуры, г.Одесса)

Изложены результаты исследования влияния значимых факторов на деформирование однородно и неоднородно сжатого тяжелого бетона.

Вопрос о связи между напряжениями $\sigma_{B,e}$ деформациями $\epsilon_{B,e}$ вне-центрично сжатого бетона имеет существенное научное и прикладное значение. Есть ряд предложений для аналитического описания этой связи, но все они, как правило, базируются на результатах опытов с центрально сжатыми образцами. При этом предполагается, что полученные зависимости подобно упругим материалам остаются справедливыми и для неоднородного напряженного состояния. Проверка данного утверждения опытным путем затрудняется из-за отсутствия надежных методов непосредственного измерения напряжения в материалах типа бетона. Однако косвенные методы дают основание утверждать, что неоднородность напряженного состояния вносит существенные изменения в зависимость между $\sigma_{B,e}$ и $\epsilon_{B,e}$. Сравнение, например, внешних и внутренних усилий при внецентричном сжатии с использованием эпюр напряжений, построенных по данным центрального сжатия бетона, показывают их расхождение, увеличивающееся с ростом нагрузки. Особенно значительным это несоответствие становится после того, как деформации наиболее нагруженных волокон внецентрично сжатых образцов превысят предельные осевые ϵ_{BU} , когда на предполагаемой эпюре напряжений неоднородно сжатого бетона должен появиться нисходящий участок. В этом случае внутреннее усилие в образце (объем теоретической эпюры напряжений, определенный без учета нисходящей ветви диаграммы $\sigma_B - \epsilon_B$) оказывается существенно меньше внешнего (показание прессы).

Учитывая важность для практики установления надежной связи между $\sigma_{B,e}$ и $\epsilon_{B,e}$ бетона в условиях неоднородного напряженного состояния (вне-центричное сжатие) проведены исследования сопротивления внецентрично-му сжатию масштабно подобных ко-

ротких колонн из тяжелого бетона для широкого диапазона прочностей (23,8... 81,6 МПа) по методике изложенной в [1,2] и определены наиболее значимые факторы, влияющие на деформирование бетона.

Исследования обнаружили ряд принципиальных особенностей деформирования бетона в условиях однородного и неоднородного напряженных состояний.

Установлено, что поперечные относительные деформации ϵ_{By} центрально сжатого бетона значительно превышают аналогичные деформации наиболее сжатых волокон внецентренно нагруженных образцов при равной продольной деформации (Рис.1).

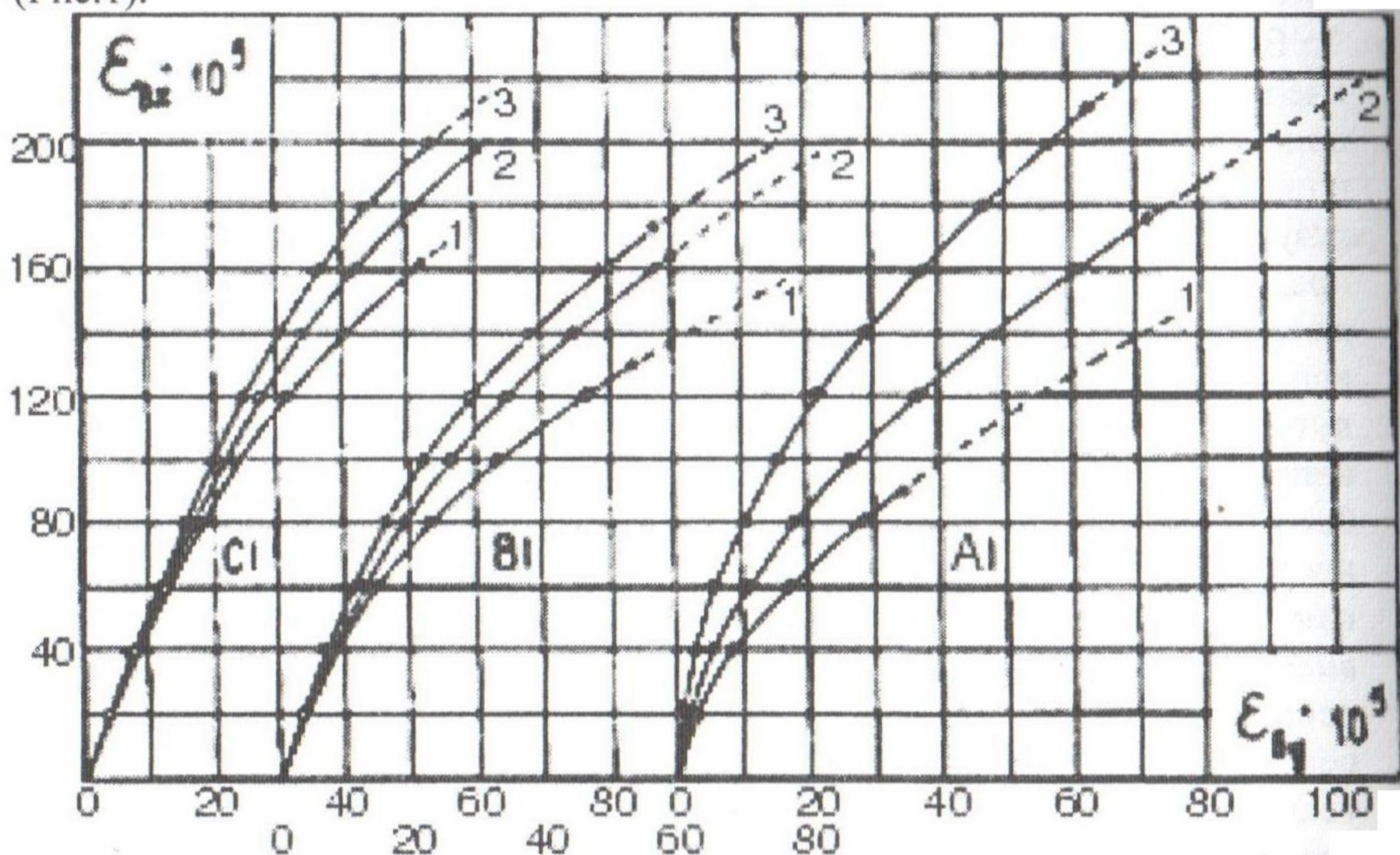


Рис.1. Зависимость ϵ_{By} от ϵ_{Bx} тяжелого бетона для различных e_0 и R_B 1, 2, 3 – опытные кривые для $e_0=0$; $e_0=h/12$ и $e_0=h/6$; A1, B1, C1 – образцы первой группы сечением 60 x 20 см с прочностью соответственно $R_m=23,8$; 50,5 и 81,6 МПа.

Анализ объемных изменений бетона в процессе его нагружения показывает, что положение точек максимальных значений объемной относительной деформации θ_B наиболее сжатого слоя внецентренно нагруженных элементов расположены значительно выше, чем в одноосно сжатом бетоне (Рис.2), т.е. соответствуют более высоким значениям продольных ϵ_{Bx} . Данное явление может иметь место в том случае, если наиболее сжатые слои бетона ра-

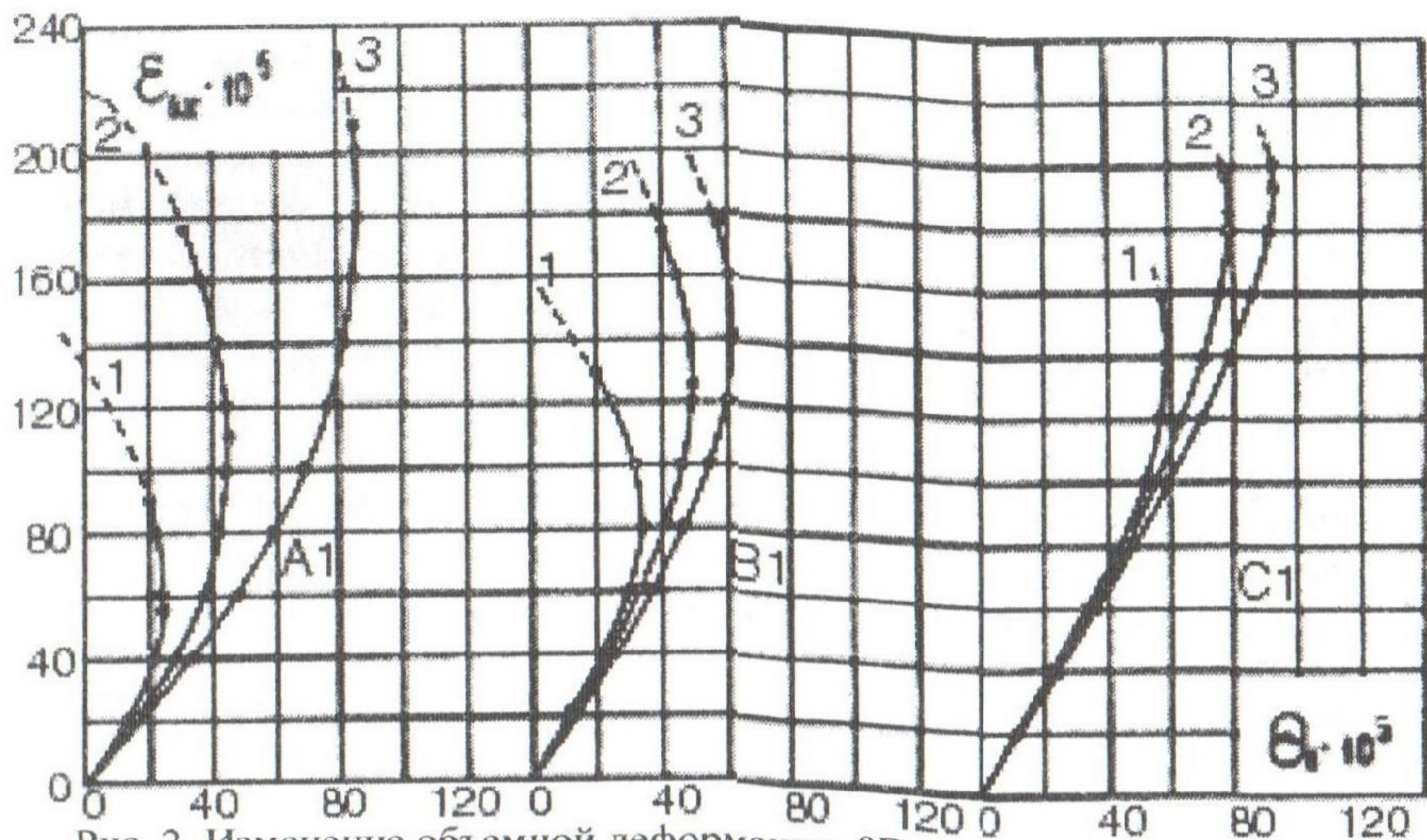


Рис. 2. Изменение объемной деформации θ_V тяжелого бетона в зависимости от ϵ_{Vx} , ϵ_0 и RH . Обозначения 1, 2, 3 и A1, B1, C1 см. на рис. 1

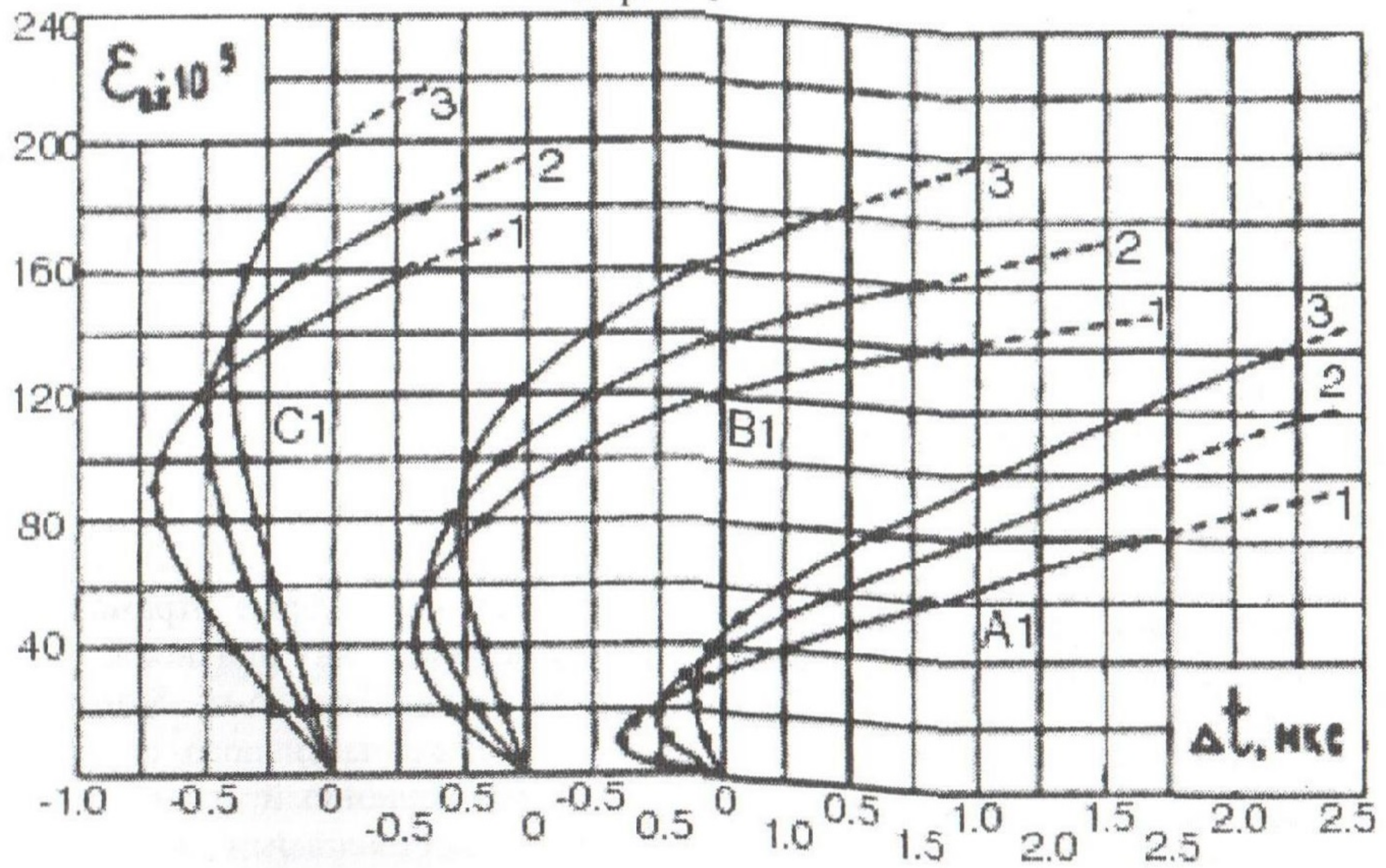


Рис. 3. Время распространения ультразвука в тяжелом бетоне в зависимости от ϵ_{Vx} , ϵ_0 и RH . Обозначения 1, 2, 3 и A1, B1, C1 см. на рис. 1

ботают в условиях сложного напряженного состояния, которое возникает из-за перераспределения поперечных деформаций по высоте сечения. В этом случае рост ε_{Vu} наиболее напряженной части сечения сдерживается запаздывающей ε_{Vu} соседней менее нагруженной части. Это влияние является, по-видимому, основной причиной повышения продольной деформации бетона без его разрушения и, следовательно, возрастания прочности наиболее нагруженной части сечения. Аналогичное явление наблюдается также в сжатых стойках с косвенным армированием, которое препятствует развитию поперечных деформаций бетона и тем самым повышает его прочность.

Сравнительный анализ происходящих в бетоне процессов деструкций, если судить по изменению времени распространения в нем ультразвука с ростом нагрузки, показал, что уровни расположения параметрических точек $R0CRC$ и $RCRC$ [3,4] центрально сжатого бетона, характеризующих степень развития деструкции в бетоне, находятся значительно ниже $R0CRC$ и $RCRC$ наиболее нагруженных слоев сечения внецентренно сжатых бетонных элементов при равных продольных деформациях (Рис 3.)

Замедленное развитие деструктивных процессов внецентренно сжатого бетона также можно объяснить наличием сложного напряженного состояния

(друкосное сжатие) в наиболее нагруженной части сечения при отсутствии внешней поперечной нагрузки. Эта же причина вызывает существенное возрастание продольных деформаций бетона и его прочности.

В результате статистической обработки опытных данных предложены

[1] зависимости прочности и предельных деформаций коротких бетонных элементов от высоты их поперечного сечения, эксцентриситета нагрузки и прочности бетона, которые отражают существенное влияние значимых факторов на прочность и предельные деформации сжатых элементов из тяжелого бетона. Степень их влияния исследовали по методике пассивного планированного эксперимента, используя некомпозиционный план типа Бокса-Бенкина (BB_3). Независимыми переменными приняты факторы :

X_1 - эксцентриситет внешней нагрузки для интервала $e_0=0...1/6h$;

X_2 - масштабный фактор, выраженный через условный радиус сечения ,

$$r = FB / PB = (1,25 \dots 7,5) \text{ см};$$

X_3 - прочность тяжелого бетона в диапазоне $R_B = (23,8 \dots 81,6)$ МПа. В качестве контролируемых параметров приняты R_B и предельные относительные деформации ϵ_{Vx} .

В результате эксперимента при риске $\alpha = 0,05$ получена модель со все-ми значимыми оценками коэффициентов.

$$\epsilon_{Vx} \cdot 10^5 = 239,6 - 30,5 x^1 - 25,38 x^2 - 35,1 x^1 + 8 x^1 x^3 - 9,75 x^2 x^3$$

Многофакторная модель графически представлена изоповерхностями (Рис.4) . В ней рассматриваемые факторы не являются независимыми, а лю-бой из них становится функцией остальных. Например,

$$X_1 \{ \epsilon_{Vx} = \text{const} \} = f(X_2; X_3).$$

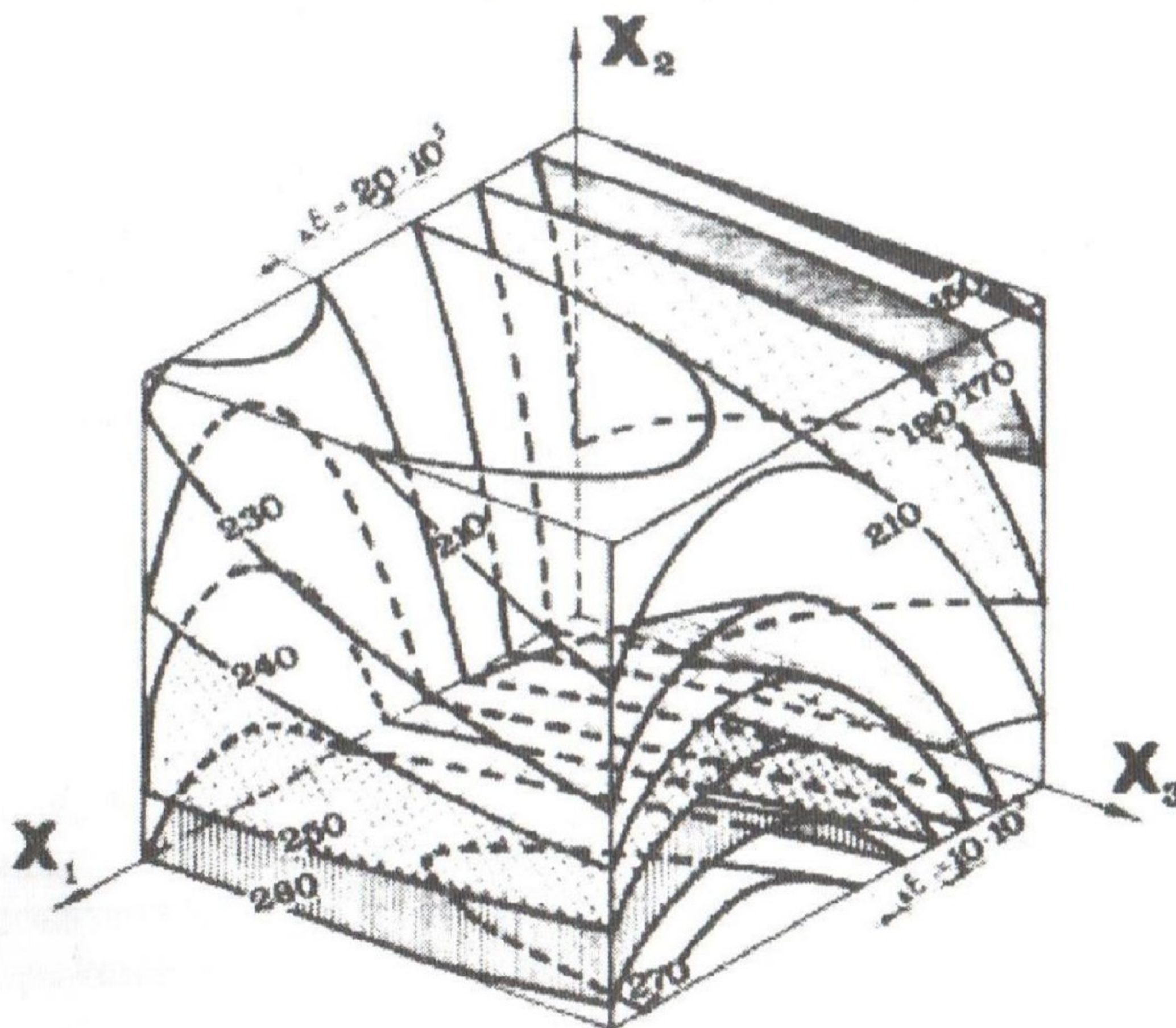


Рис.4. Изоповерхности предельных деформаций тяжелого бетона при влиянии значимых факторов X_1 , X_2 и X_3 .

Анализ изоповерхностей, построенных через $\Delta \epsilon_{Vx} = 10 \dots 20 \cdot 10^5$ по алгоритмам [5], показывает степень влияния каждого из значимых факто-ров или их сочетания, которые необходимо

учитывать при проектировании неоднородно сжатых несущих конструкций строительства или реконструкции зданий и сооружений.

Вывод.

Внецентренное сжатие сдерживает рост поперечных деформаций наиболее напряженной грани коротких бетонных колонн в сравнении с центральным сжатием, следствием чего является замедление процесса накопления микроразрушений, возрастание предельных продольных деформаций и увеличение прочности наиболее нагруженной части сечения.

Установлено существенное влияние масштабного фактора на прочность и предельные деформации образцов-колонн из тяжелого бетона при центральном и внецентренном сжатии.

Литература

1. Ящук В.Е., Совгира В.Н. О прочности и деформациях неоднородно сжатого бетона//Гидромелиорация и гидротехн. стр-во.1989. Вып.17.С.107-113.
2. Совгира В.Н., Ящук В.Е. Прочность и деформации внецентренно сжатых колонн из мелкозернистого бетона//Резервы прочности бетонных и железобетонных конструкций. Сб.научн.трудов.Киев УМК ВО 1989. С.88-101.
3. Берг О.Я. Физические основы теории прочности бетона и железобетона - М.:Госстройиздат. 1962. 96 с.
4. Берг О.Я. Некоторые вопросы теории деформаций и прочности бетона//Изв. вузов. Серии. Строительство и архитектура. -1967.-№ 2.
5. Вознесенский В.А. Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях. – 2-е изд.-М.: Финансы и статистика. 1981. -263 с.