НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ГОССТРОЯ СССР
(НИИСК)

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПАРАМЕТРОВ ДИАГРАММЫ „$\sigma - \varepsilon$" БЕТОНА ПРИ КРАТКОВРЕМЕННОМ СЖАТИИ

Одобрены секцией № 1 Научно-технического совета
НИИСК Госстроя СССР
Протокол № 9 от 5 июня 1985 г.

КИЕВ 1985

gost.e-ecolog.ru

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ
ГОССТРОЯ СССР

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПАРАМЕТРОВ ДИАГРАММЫ „$\sigma - \varepsilon$" БЕТОНА ПРИ КРАТКОВРЕМЕННОМ СЖАТИИ

КИЕВ 1985

УДК 624.044:539.383

Настоящие методические рекомендации содержат указания по определению параметров полной (см. стр. 3) диаграммы кратковременного сжатия бетона. Описаны способы испытаний, оборудование и оснастка, опытные образцы. Приводится методика обработки результатов измерений.

Рассчитаны на инженерно-технических работников научно-исследовательских организаций, занимающихся нормированием параметров деформирования бетона и разработкой уточненных методов расчета железобетонных конструкций.

Разработаны в НИИСК Госстроя СССР кандидатами техн. наук В.Я.Бачинским и А.Н.Бамбурой, инженерами С.С.Ватагиным и Н.В.Куравлевой.

Изд. № I6-85

© Научно-исследовательский институт строительных конструкций (НИИСК) Госстроя СССР, I985

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. Настоящие методические рекомендации дают возможность унифицировать статические кратковременные испытания, направленные на получение полных (с нисходящей ветвью) диаграмм сжатия бетона.

I.2. Рекомендации распространяются на испытания бетонных (центральное сжатие) и железобетонных (изгиб) образцов. Основные положения могут быть также использованы для исследований внецентренно сжатых элементов.

I.3. В зависимости от задач эксперимента испытания на центральное сжатие и изгиб могут проводиться независимо друг от друга либо в комплексе.

I.4. В опытах с центрально сжатыми образцами исследуется напряженно-деформированное состояние объема бетона, заключенного между плоскостями, отстоящими от торцов образца на четверть его длины, с изгибаемыми элементами - объема, заключенного между плоскостями, отстоящими от границ зоны чистого изгиба на расстояниях, равных высоте образца.

I.5. Основными параметрами диаграммы сжатия бетона (рис. I), численные значения которых подлежат определению при испытаниях, являются:

$R_б$ - призменная прочность бетона; $E_б$ - начальный модуль упругости бетона, определяемый при напряжениях $\sigma_б = 0{,}3R_б$; $\varepsilon_{бR}$ - относительные деформации сжатия бетона, соответствующие напряжениям $\sigma_б = R_б$; $\sigma_{бu}$ - напряжения в бетоне в момент разрушения; $\varepsilon_{бu}$ - предельные относительные деформации сжатия бетона.

В опытах с центрально сжатыми образцами целесообразно также определять нижнюю $R^{o}_{б,cr}$ и верхнюю $R^{v}_{б,cr}$ границы микротрещинообразования и соответствующие им относительные деформации $\varepsilon^{o}_{б,cr}$ и $\varepsilon^{v}_{б,cr}$.

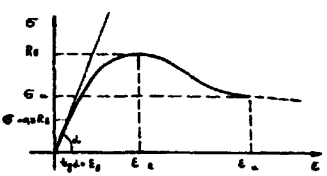


Рис. I. Полная диаграмма сжатия бетона

I.6. Размеры призм и балок, предназначенных для получения параметров диаграммы сжатия бетона, принимаются

по пп. 2.4 и 3.2 настоящих методических рекомендаций. Минимальный размер образца должен отвечать требованиям ГОСТ 10180-78 в зависимости от крупности заполнителя.

1.7. Испытания по определению параметров диаграммы сжатия бетона должны сопровождаться вспомогательными испытаниями стандартных бетонных образцов согласно ГОСТ 10180-78 и ГОСТ 24452-80, а при испытаниях на изгиб также и образцов арматуры согласно ГОСТ 12004-81.

1.8. Образцы одной партии (основные и вспомогательные) должны быть изготовлены из бетона одного замеса с соблюдением требований ГОСТ 10180-78 к качеству форм, способу уплотнения бетонной смеси, условиям твердения и т.п.

1.9. Если общая продолжительность испытаний превышает 0,5 мес. (для возраста бетона не менее 28 суток), следует предусмотреть контроль дрейфа изучаемых параметров во времени либо рандомизировать опыты.

2. ИСПЫТАНИЯ НА ОСЕВОЕ СЖАТИЕ

Испытательное устройство

2.1. Испытательное устройство:

обеспечивает превышение энергии разрушения образца над потенциальной энергией системы "образец - испытательное устройство" с учетом энергии, накопленной силоизмерителем (условие удовлетворяется, если упругие деформации испытательной системы в два раза меньше, чем образца);

оснащается приспособлением, позволяющим центрировать бетонный образец по физической оси и поддерживать деформирование, близкое к центральному, в процессе всего испытания вплоть до разрушения (см. п. 2.14).

Загрузочное устройство должно позволять проводить испытания с различной скоростью деформирования и изменять ее в процессе испытаний.

2.2. В качестве простейшего испытательного устройства, отвечающего указанным требованиям, рекомендуется использовать (см. рис. 2) винтовой пресс (максимальное усилие 500 кН), сечения элементов которого подбираются из условия

$$\Sigma \Delta \ell_{пр} \leq 4 \ell_{обр} \times 10^{-4}, \qquad (1)$$

где $\Sigma\Delta\ell_{пр}$ – суммарная упругая деформация пресса по направлению действия силы при максимальной нагрузке; $\ell_{обр}$ – длина образца.

2.3. Для поддержания центрального деформирования образца рекомендуется использовать специальное приспособление (рис. 3).

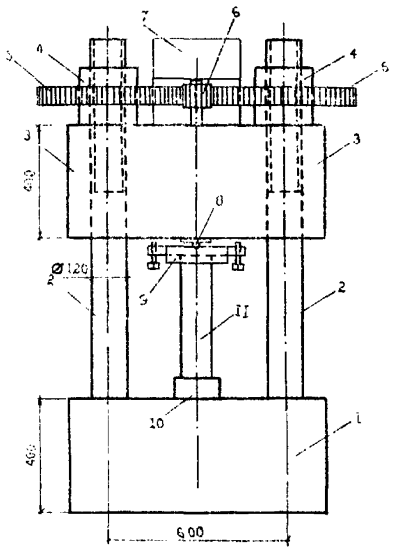


Рис. 2. Испытательное устройство (винтовой пресс)
I – основание; 2 – колонна; 3 – подвижная траверса; 4 – втулка; 5 – зубчатое колесо; 6 – шестерня; 7 – привод редуктора; 8 – шарнир; 9 – центрирующее приспособление; 10 – силоизмеритель; II – опытный образец

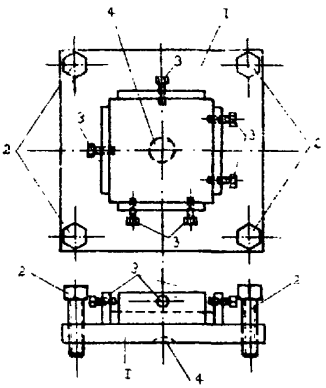


Рис. 3. Приспособление для центрирования и поддержания центрального деформирования испытываемого образца
I – опорная пластина; 2 – центрирующие болты; 3 – винты для первичного центрирования; 4 – лунка под шар

Опытные образцы

2.4. В качестве опытных образцов рекомендуется использовать бетонные призмы размерами I50xI50x600, I00xI00x400 мм. Допускается использовать призмы размерами 70x70x280 мм.

Методика испытаний

2.5. Для определения параметров диаграммы сжатия по п. I.5 рекомендуется испытывать не менее шести призм одной серии.

2.6. Перед проведением испытания следует определять объемную массу образцов. Образцы, объемная масса которых отличается от средней на 5% и более, бракуются.

2.7. Испытание образцов производится ступенями с трехминутной выдержкой на каждой. На последних этапах нагружения она может быть увеличена до стабилизации деформаций.

Примечание. Считается, что деформирование на выдержке стабилизировалось, если его скорость не превышает 1×10^{-5} отн. ед./мин.

2.8. Приращение относительных деформаций образца в процессе нагружения должно составлять $(2 \div 2{,}5) \times 10^{-4}$ (первые три этапа), 1×10^{-4} (остальные этапы деформирования на восходящей ветви диаграммы сжатия бетона по рис. 1) и 5×10^{-5} (этапы на нисходящей ветви указанной диаграммы).

Если влияние скорости деформирования специально не исследуется, она не должна превышать 1×10^{-4} отн.ед./мин.

2.9. В процессе испытаний контролируются усилие, передаваемое на образец, его продольные и поперечные деформации, скорость прохождения ультразвука. Целесообразно также измерять активность акустической эмиссии.

Показания всех приборов снимаются дважды – в начале и конце выдержки.

2.10. Усилие, передаваемое на образец, контролируется силоизмерителем, установленным непосредственно между образцом и испытательным устройством, отвечающим требованиям п. 2.1 настоящих методических рекомендаций и обеспечивающим измерение усилия с ценой деления, большей 0,5% от максимальной нагрузки. При испытаниях, проводимых на винтовом прессе, в качестве силоизмерителей рекомендуется использовать тензометрические стаканы из бериллиевой бронзы (ОСТ 22159.21-71), дуралюмината Д16Т (согласно ГОСТ 2685-75) или легированной стали (ГОСТ 4543-71).

2.11. Продольные и поперечные деформации образца измеряются стационарными механическими или другими приборами с ценой деления 0,001 мм, а также тензорезисторами. Жесткие реперы для крепления приборов, измеряющих продольные деформации, наклеиваются по осям четырех боковых граней призмы на расстоянии $\ell_{обр}/4$ от ее торцов. Приборы для измерения поперечных деформаций размещаются на середине высоты двух параллельных боковых граней; реперы для их крепления наклеиваются на перпендикулярные грани (рис. 4).

Применение съемных рамок для крепления приборов не рекомендуется. Тензорезисторы базой 50 мм крестообразно наклеиваются по четырем боковым граням в середине высоты призмы.

2.12. При контроле деформаций особое внимание следует уделять обеспечению центрального деформирования образца, для чего необходимо предусмотреть первичное центрирование и подцентрирование в процессе нагружения.

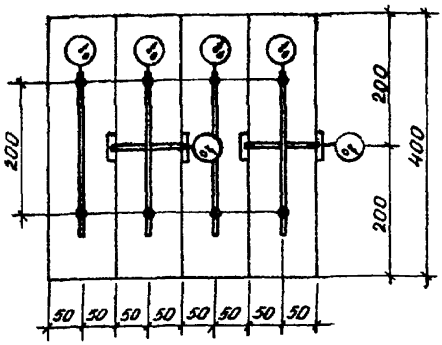


Рис. 4. Схема расположения механических приборов

2.13. Первичное центрирование производится перед испытанием при нагрузке $P_ц$, соответствующей напряжениям в бетоне $\sigma_б \approx 0{,}3\,R_б$, где $R_б$ – ожидаемая призменная прочность. Образец считается отцентрированным, если показания всех четырех приборов, измеряющих продольные деформации, отличаются от средних не более чем на 5%. В противном случае его следует полностью разгрузить и сместить центрирующее устройство (рис. 3) относительно образца в сторону менее сжатых граней с помощью болтов 3. После завершения первичного центрирования нагрузка на образец снижается до уровня $0{,}05\,P_ц$.

2.14. Если в процессе нагружения происходит расцентрирование образца и разность показаний приборов превышает величину, оговоренную в п. 2.13, производят операцию подцентрирования, которая осуществляется при помощи центрирующего устройства по рис.3 винтами 2 (в работу включаются винты, расположенные у менее сжатой грани).

В том случае, когда равномерности изменения показаний всех четырех приборов на нисходящей ветви деформирования достичь не удается, следует ориентироваться на данные трех приборов.

2.15. Скорость прохождения ультразвука измеряется стандартной аппаратурой. Излучатель и приемник ультразвука устанавливаются по диагонали на противоположных гранях призмы (рис. 5).

2.16. Активность акустической эмиссии измеряется приборами САКЭМ-I конструкции НИИСК и другими с установкой приемника сигналов в средней части испытываемого образца.

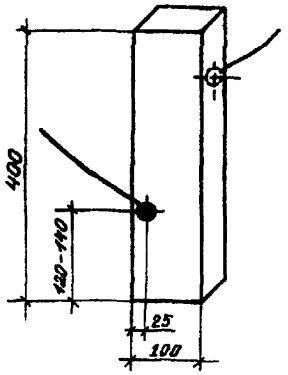


Рис. 5. Схема размещения щупов

Обработка результатов испытаний

2.17. Диаграмма сжатия бетона строится в координатах "относительные деформации - средние напряжения в образце". Одновременно строятся диаграммы "напряжения - относительные поперечные деформации", "напряжения - скорость прохождения ультразвука" ("напряжения - активность акустической эмиссии"). Для определения параметров $R^{o}_{б,cR}$ и $R^{v}_{б,cR}$ необходимы также диаграммы "напряжения - изменение объема образца" и др.

2.18. При построении диаграммы сжатия бетона учитываются только данные, полученные при измерениях в начале выдержки.

2.19. Относительные продольные деформации образце

$$\varepsilon_б = \frac{1}{4}\sum_{i=1}^{4}\frac{\Delta l_i}{l_{iz}}, \qquad (2)$$

где Δl_i - укорочение, полученное по показаниям каждого из приборов; l_{iz} - фактическая база прибора.

Примечание. В отдельных случаях (см. п. 2.14) деформации определяются по показаниям трех приборов.

Относительные поперечные деформации определяются как средние по показаниям двух приборов.

2.20. Средние сжимающие напряжения в испытываемом образце

$$\sigma = P/A_z, \qquad (3)$$

где P - зафиксированная величина измеренного усилия; A_z - фактическая площадь нормального сечения образца.

2.21. Основные параметры диаграммы сжатия бетона устанавливаются в соответствии с п. 1.5 настоящих методических рекомендаций.

2.22. За момент разрушения образца принимается момент образования хотя бы одной поверхности, разделяющей образец на части, что устанавливается по совокупности:

качественного изменения характера диаграмм "напряжения - продольные деформации" и "напряжения - поперечные деформации";

резкого падения скорости прохождения ультразвука или увеличения активности акустической эмиссии.

3. ИСПЫТАНИЯ НА ИЗГИБ

Испытательное устройство

3.1. Испытания образцов на изгиб рекомендуется производить на специальной установке, отвечающей основным требованиям п. 2.1 настоящих методических рекомендаций. Целесообразно использовать винтовой пресс (см. рис. 2).

Опытные образцы

3.2. В качестве опытных образцов используются железобетонные балки размерами 100х200х2900 или 150х300х3500 мм.

3.3. Процент армирования балок назначается из условия, чтобы при испытании высота сжатой зоны не была меньше чем 1/3 высоты образца.

При конструировании образцов ожидаемая высота сжатой зоны определяется по формуле

$$x_m = x/\omega ; \qquad (4)$$

где x - высота сжатой зоны при укороченной (прямоугольной) эпюре напряжений, вычисляемая согласно п. 3.11 СНиП 2.03.01-83;

$$\omega = \alpha - 0{,}0049\,\bar{R}_б ; \qquad (5)$$

$\bar{R}_б$ - ожидаемое опытное значение призменной прочности бетона;
α - коэффициент, определяемый по п. 3.12 СНиП 2.03.01-83.

3.4. Образцы армируются обычной (ненапрягаемой) арматурой в виде сварных каркасов в соответствии с рис. 6.

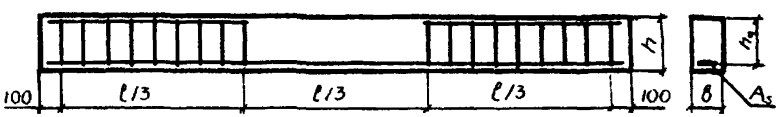


Рис. 6. Схема армирования изгибаемых элементов

Методика испытаний

3.5. Опытные образцы испытываются сериями. Для определения указанных в п. 1.5 параметров диаграммы сжатия рекомендуется испытывать не менее трех балок одной серии.

3.6. Испытания проводятся по схеме четырехточечного изгиба (рис. 7).

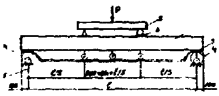


Рис. 7. Схема испытаний балок на изгиб
I - опытный образец; 2 - траверса; 3 - распределительные пластины; 4 - силоизмерители; 5 - рамка для крепления прогибомеров

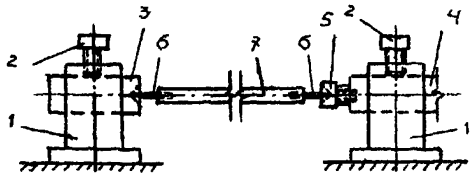


Рис. 8. Конструкция оснастки для измерения продольных деформаций
I - держатель; 2 - фиксирующий винт; 3 - упор; 4 - шток держателя; 5 - упор прибора; 6 - иголка; 7 - стальной прут Ø 3 мм

3.7. Нагружение образцов производится ступенями с выдержкой на каждой из них. Длительность выдержек одинакова на протяжении всех испытаний и обусловливается минимальной затратой времени, необходимого для снятия показаний приборов. Ступени нагрузки прикладываются таким образом, чтобы приращение средних относительных продольных деформаций сжатой грани на каждой ступени составляло 20×10^{-5} ед.

3.8. В процессе нагружения измеряются усилия, передаваемые на опытный образец, продольные деформации бетона, прогибы балок.

3.9. В ходе испытаний фиксируются несущая способность (максимальная нагрузка) и разрушающая нагрузка.

Несущая способность образца устанавливается по максимуму на кривой "нагрузка - деформации".

В качестве разрушающей принимается нагрузка, при которой выкалывается бетон сжатой зоны или происходит разрыв арматуры. Разрушение сжатой зоны (образование поверхности выкола) устанавливается по резкому изменению приращений показаний тензорезисторов, расположенных в зоне разрушения.

3.10. Усилие контролируется кольцевыми (либо другими) динамометрами, установленными в местах опирания образца (см. рис. 7); цена деления при этом должна быть больше 0,5% от максимальной нагрузки.

3.II. Средние продольные деформации бетона измеряются на базе 500 мм микроиндикаторами либо другими приборами, обеспечивающими надежное измерение укорочения (удлинения) базы с точностью ±0,001 мм. Возможная конструкция оснастки для измерения продольных деформаций показана на рис. 8.

Для измерений локальных деформаций, позволяющих фиксировать момент разрушения сжатой зоны бетона (см. п. 3.9), в пределах исследуемой зоны наклеивается цепочка тензорезисторов с базой измерения 50 мм.

3.I2. Прогибы измеряются в трех точках индикаторами часового типа с ценой деления 0,01 мм, которые устанавливаются на специальную рамку (см. рис. 7).

Схема расположения приборов и наклейки тензорезисторов принимается по рис. 9.

3.I3. С момента распалубки образцов до начала испытаний должны вестись тщательные наблюдения за усадкой. Деформации связанной усадки $\varepsilon_{1,sh}$ и $\varepsilon_{2,sh}$ измеряются непосредственно на опытных образцах (железобетонные балки) теми же приборами, что и средние продольные деформации при испытаниях. Балка при этом устанавливается на опоры в соответствии с расчетной схемой с измерением деформаций от ее собственного веса.

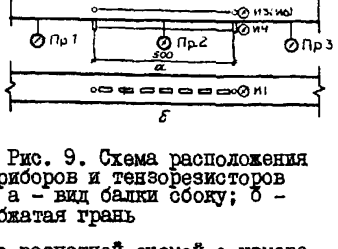


Рис. 9. Схема расположения приборов и тензорезисторов
а – вид балки сбоку; б – обжатая грань

3.I4. При проведении эксперимента должны тщательно измеряться геометрические размеры балки, фактическая толщина защитного слоя, а также расстояние от оси приборов до сжатой (растянутой) грани.

Обработка опытных данных

3.I5. При обработке опытных данных следует учитывать различие между замеренным в опыте взаимным смещением реперов, фиксируемым приборами, и фактическими фибровыми деформациями, которые вычисляются по формулам:

$$\varepsilon_{1\ell} = 1 - 2\,\frac{(\ell_0 - \Delta\ell_{1\ell})H + z_1(\Delta\ell_{1\ell} + \Delta\ell_{2\ell})}{\ell_0(\Delta\ell_{1\ell} + \Delta\ell_{2\ell})}\,\text{ARCsin}\,\frac{\Delta\ell_{1\ell} + \Delta\ell_{2\ell}}{2H}; \qquad (6)$$

$$\varepsilon_{2\ell} = 2\frac{(\ell_o + \Delta\ell_{2\ell})H - \bar{x}_2(\Delta\ell_{1\ell} + \Delta\ell_{2\ell})}{\ell_o(\Delta\ell_{1\ell} + \Delta\ell_{2\ell})}\,\mathrm{ARC\,sin}\,\frac{\Delta\ell_{1\ell} + \Delta\ell_{2\ell}}{2H}, \quad (7)$$

где $\varepsilon_{1\ell}$ и $\varepsilon_{2\ell}$ – фактические относительные деформации бетона от испытательной нагрузки соответственно на сжатой и растянутой гранях; $\Delta\ell_{1\ell}$ и $\Delta\ell_{2\ell}$ – зафиксированное приборами соответственно взаимное сближение и удаление реперов; ℓ_o – база измерений; $\bar{x}$ – расстояние от оси прибора, расположенного на сжатой $\bar{x}_1$ или растянутой $\bar{x}_2$ гранях образца, до соответствующей грани $H = h + \bar{x}_1 + \bar{x}_2$; h – фактическая высота балки.

3.16. По полученным данным строятся графики "приведенный изгибающий момент ($m = M/Bh^2$) – фибровые (на сжатой и растянутой гранях) деформации" и "приведенный момент – прогиб".

3.17. Средние деформации арматуры от испытательной нагрузки вычисляются в предположении линейного распределения деформаций по высоте сечения:

$$\varepsilon_{s,\ell} = \varepsilon_{1,\ell} - (\varepsilon_{1,\ell} + \varepsilon_{2,\ell})\chi_o, \quad (8)$$

где $\chi_o = h_o/h$.

Полные средние деформации арматуры с учетом деформаций связанной усадки на уровне арматуры $\varepsilon_{s,o}$:

$$\varepsilon_s = \varepsilon_{s,\ell} - \varepsilon_{s,o}, \quad (9)$$

где $$\varepsilon_{s,o} = \varepsilon_{1,sh} - (\varepsilon_{1,sh} - \varepsilon_{2,sh})\chi_o. \quad (10)$$

3.18. Напряжения в арматуре σ_s определяются с использованием значений ее полных средних деформаций по диаграмме "$\sigma_s - \varepsilon_s$", полученной в результате стандартных испытаний.

3.19. Начальные (до приложения нагрузки) фибровые деформации бетона определяются исходя из упругой работы бетона по формулам:

$$\varepsilon_{1,o} = -\alpha\mu\,\varepsilon_{s,o}\left[1 - 6(\chi_o - 0{,}5)\right] \quad (11)$$

и

$$\varepsilon_{2,o} = -\alpha\mu\,\varepsilon_{s,o}\left[1 + 6(\chi_o - 0{,}5)\right], \quad (12)$$

где $\alpha = E_s/E_b$; $\mu = A_s/bh$.

Величина E_b принимается по данным испытаний стандартных образцов. Полные фибровые деформации бетона определяются с учетом начальных:

$$\varepsilon_1 = \varepsilon_{1,\ell} - \varepsilon_{1,o}; \quad (13)$$

$$\varepsilon_2 = \varepsilon_{2\beta} - \varepsilon_{2,0}. \qquad (14)$$

3.20. Фибровые напряжения в бетоне на каждом этапе нагружения:

$$\sigma_{1i} = 2m_i\left(\frac{d\varkappa}{d\varepsilon_1}\right)_i + \varkappa_i\left(\frac{dm}{d\varepsilon_1}\right)_i + \mu\sigma_{s,i}\left[2(1-\chi_0)\left(\frac{d\varkappa}{d\varepsilon_1}\right)_i - \left(\frac{d\varepsilon_2}{d\varepsilon_1}\right)_i\right] + \varkappa_i(1-\chi_0)\mu\left(\frac{d\sigma_s}{d\varepsilon_1}\right)_i, \qquad (15)$$

где $\sigma_{1,i}$ – фибровые напряжения в бетоне на i-том этапе нагружения; $\varepsilon_{1,i}$, $\varepsilon_{2,i}$ – фибровые деформации бетона по п.3.20 настоящих методических рекомендаций; $\varkappa_i = \varepsilon_{1,i} + \varepsilon_{2,i}$.

Значения производных в формуле (15) приближенно определяются (см. рис. 10) по формулам:

$$\left(\frac{d\varkappa}{d\varepsilon_1}\right)_i = \frac{\varkappa_{i+1} - \varkappa_{i-1}}{\varepsilon_{1,i+1} - \varepsilon_{1,i-1}}; \qquad (16)$$

$$\left(\frac{dm}{d\varepsilon_1}\right)_i = \frac{m_{i+1} - m_{i-1}}{\varepsilon_{1,i+1} - \varepsilon_{1,i-1}}; \qquad (17)$$

$$\left(\frac{d\varepsilon_2}{d\varepsilon_1}\right)_i = \frac{\varepsilon_{2,i+1} - \varepsilon_{2,i-1}}{\varepsilon_{1,i+1} - \varepsilon_{1,i-1}}; \qquad (18)$$

$$\left(\frac{d\sigma_s}{d\varepsilon}\right)_i = \frac{\sigma_{s,i+1} - \sigma_{s,i-1}}{\varepsilon_{1,i+1} - \varepsilon_{1,i-1}}. \qquad (19)$$

3.21. Диаграмма "$\sigma_1 - \varepsilon_1$" сжатия бетона строится по величинам деформаций ε_1, замеренным в опыте на каждой ступени нагружения с учетом требований пп. 3.15 и 3.19, и значениям напряжений на сжатой грани бетона, вычисленным для этой ступени.

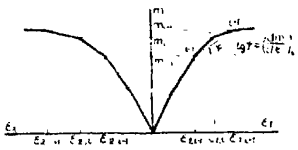


Рис. 10. К определению производных

Пример обработки экспериментальных данных приведен в приложении.

Приложение

ПРИМЕР ОБРАБОТКИ ОПЫТНЫХ ДАННЫХ ПРИ ИСПЫТАНИИ НА ИЗГИБ

Испытана балка прямоугольного сечения с фактическими размерами 1072x1994 мм длиной 2900 мм; A_s = 4,03 см^2 (2Ø16А-III); a = 26,2 мм; z_1 = 16,8 мм; z_2 = 19,3 мм.

Тогда μ = 0,019; χ_0 = 0,87.

Прочностные и деформативные характеристики материалов по данным стандартных испытаний: бетон – $R_б$ = 28,38 МПа; $E_б$ = = 2,69x10^4 МПа; арматура – R_s = 441,71 МПа; E_s = 1,985x10^5 МПа.

Диаграмма "$\sigma_б - \varepsilon_б$" аппроксимирована кусочно-линейной функцией, характеристики которой приведены в табл. 1.

Таблица 1

№ участка	I	II	III	IV
ε_s x10^5	150	205	245	1245
σ_s, МПа	297,75	397,03	441,71	441,71
E_s x10^{-6}, МПа	1,985	1,805	1,117	0

По опытным данным построены кривые (рис. 1 и 2).

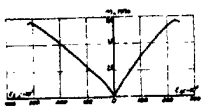


Рис. 1. Кривая "$m - \varepsilon_б$"

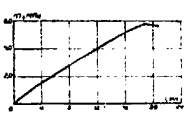


Рис. 2. Кривая "$m - f$"

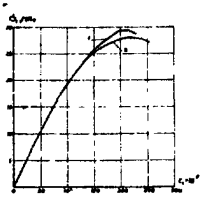


Рис. 3. Кривые "$\sigma_б - \varepsilon_б$"
I – диаграмма при неоднородном сжатии; 2 – диаграмма осевого сжатия

Деформации связанной усадки $\varepsilon_{1,sh}$ = = 47,7 x 10^{-5}; $\varepsilon_{2,sh}$ = 4,3 x 10^{-5}.

Тогда деформации связанной усадки на уровне арматуры в соответствии с формулой (10) равны: $\varepsilon_{s,o}$ = 47,7 x 10^{-5} – (47,7x10^{-5} – – 4,3 x 10^{-5}) x 0,87 = 9,9 x 10^{-5}.

Отсюда начальные фибровые деформации бетона, вычисленные по формулам (11) и (12):

$$\varepsilon_{б,o} = -7,38 \times 0,019 \times 9,9 \times 10^{5} \quad I - 6 \times (0,87 - 0,5) = 1,7 \times 10^{-5};$$

$$\varepsilon_{бt,o} = -7,38x0,019x9,9x10^{-5} \quad I + 6\ (0,87 - 0,5) = -4,5x10^{-5}.$$

Остальные вычисления представлены в табл. 2.

Диаграмма "$\sigma_б - \varepsilon_б$" (рис. 3) строится по полученным данным с учетом положений п. 3.21 настоящих методических рекомендаций.

Таблица 2

№ этапа нагружения	m_i, МПа	$\Delta l_{в,e}^{x}$ x 10^{3}, мм	$\varepsilon_{в,e}^{x}$ x 10^{5}	$\varepsilon_{в,i}^{x}$ x 10^{5}	$\Delta l_{вt,e}^{x}$ x 10^{3}, мм	$\varepsilon_{вt,e}^{x}$ x 10^{5}	$\varepsilon_{вt,i}^{x}$ x 10^{5}	$\varepsilon_{s,e}^{x}$ x 10^{5}	$\varepsilon_{s,i}^{x}$ x 10^{5}	$\sigma_{s,i}$, МПа	$\sigma_{в,i}$, МПа
0	0	0	0	I,7	0	0	4,5	0	-9,9	-I9,652	0,46
I	0,349	50	8,5	I0,2	44	7,3	II,8	5,2	-4,7	-9,330	2,36
2	0,65I	I00	I6,9	I8,6	96	I6,0	20,5	II,7	I,8	3,573	4,I8
3	0,906	I50	25,2	26,9	I54	25,9	30,4	I9,3	9,4	I8,659	5,89
4	I,I59	200	33,4	35,I	2I8	36,8	4I,3	27,7	I7,8	35,333	7,74
5	I,4I2	250	4I,5	43,2	284	48,I	52,6	36,5	26,6	52,80I	9,30
6	I,6I3	300	49,6	5I,3	354	60,2	64,7	45,9	36,0	7I,460	I0,86
7	2,045	400	65,6	67,3	504	86,2	90,7	66,5	56,6	II2,35	I3,85
8	2,507	500	8I,8	83,5	642	I09,9	II4,4	85,0	75,I	I49,07	I6,82
9	2,968	600	98,0	99,7	782	I34,I	I38,6	I03,9	94,0	I86,59	I9,22
I0	3,753	800	I30,5	I32,2	I048	I79,8	I84,3	I39,5	I29,6	257,26	23,I7
II	4,509	I000	I63,2	I64,9	I300	223,0	227,5	I72,8	I62,9	32I,04	27,06
I2	5,203	I200	I95,9	I97,6	I550	265,9	270,4	205,9	I96,0	380,78	29,29
I3	5,464	I300	2I2,4	2I4,I	I664	285,3	289,8	220,6	2I0,7	403,39	29,21
I4	5,742	I400	228,8	230,5	I788	306,5	3II,0	236,9	227	42I,60	22,65
I5	5,603	I496	245,2	246,9	I862	3I8,7	323,2	245,4	235,5	43I,09	-

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
I. Общие положения	3
2. Испытания на осевое сжатие	4
3. Испытание на изгиб	9
Приложение. Пример обработки опытных данных при испытании на изгиб	I4

Научно-исследовательский институт строительных конструкций Госстроя СССР (НИИСК)

БАЧИНСКИЙ Владимир Яковлевич
БАМБУРА Андрей Николаевич
ВАТАГИН Сергей Сергеевич
ЖУРАВЛЕВА Наталья Вячеславовна

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

по определению параметров диаграммы " $\sigma - \varepsilon$ " бетона при кратковременном сжатии

Редактор Л.П.Фурманская
Корректор С.А.Куприенко

Передано в произв. 29.08.85. Подп. к печ.22.08.85. БФ 35925. Формат бум. 60x84 1/16. Бум. для множ. аппаратов. Офсетная печать. 0,93 усл.п.л. 1,5 уч.-изд.л., 1,0 п.л. Тираж 295 экз. Зак. № 2117. Цена 15 к.

Научно-исследовательский институт строительных конструкций Госстроя СССР

252180 Киев, И.Клименко, 5/2

Ф.-п.л. НИИСП Госстроя УССР 252180 Киев, И.Клименко, 5/2

gost.e-ecolog.ru