



УДК 624.012.35/45

И.С. Абдрахманов – кандидат технических наук, доцент
Казанский государственный архитектурно-строительный университет (КазГАСУ)

ВЫНОСЛИВОСТЬ ДЕРЕВОЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗГИБАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ БЕЗ УЧЕТА ПОДАТЛИВОСТИ СОЕДИНЕНИЯ

АННОТАЦИЯ

При реконструкции зданий установлено, что деревянные балки перекрытий сохранили несущую способность. На их основе были созданы деревожелезобетонные конструкции, соответствующие требованиям международных хартий о подлинности архитектурных памятников, однако расчеты выполнялись по методу расчета железобетонных конструкций. Решение: экспериментальным и теоретическим путем разработать методы расчета прочности, малоциклового выносливости деревожелезобетонных изгибаемых элементов при реальных условиях их деформирования. Расчетная модель разрабатывалась на основе аналитических диаграмм деформирования бетона и древесины с учетом нелинейных свойств материалов. Использованы предпосылки, характерные для диаграмм « $s-e$ » материалов, трансформированных для учета влияния циклического нагружения. Расчетная модель построена без учета податливости соединения слоев. Внутренние усилия определены по напряжениям s_e , s_s и s_d .

I.S. Abdrahmanov – candidate of technical sciences, associate professor
Kazan State University of Architecture and Engineering (KSUA)

ENDURANCE OF TIMBER-CONCRETE FLEXURAL MEMBERS DISCOUNTING THE JOINT COMPLIANCE

ABSTRACT

During the building reconstruction it was established that ribbons had kept the carrying capacity. On their basis the timber-concrete structures were constructed, according to International Charter of landmark identity, but calculations were made by concrete structure design method. Solution: By experimental and theoretical approaches to work out the methods of calculation of strength, of low-cycle fatigue of the timber-concrete flexural members under real conditions of their straining. The calculation model was developed on the basis of analytic diagram of concrete and timber straining according to nonlinear properties of materials. There were used the prerequisites typical to diagram of « $s-e$ » materials, transformed for consideration of cyclic loading influence. The calculation model was built without regard to layer interconnection flexibility. The inner forces according to voltage s_e , s_s and s_d were determined.

При реконструкции зданий, возведенных до 50-х годов XX столетия, установлено, что деревянные балки перекрытий, как правило, не потеряли несущей способности, что позволило на их основе составить деревожелезобетонные конструкции. При этом сохранены авторские решения, как требование «международных хартий», исключена «зыбкость» перекрытий. В то же время следует отметить, что работы выполнялись без достаточного научного обоснования, были применены методы расчета железобетонных конструкций.

Задача: на основе экспериментальных и теоретических исследований разработать методы расчета прочности, малоциклового выносливости деревожелезобетонных изгибаемых элементов при реальных условиях деформирования бетона, стали и древесины.

Расчетная модель для расчета выносливости нормальных сечений деревожелезобетонных стержневых изгибаемых элементов разрабатывалась на

основе аналитических диаграмм деформирования бетона и древесины [1]. Такой подход позволяет с единых позиций рассчитывать конструктивные элементы на выносливость, с учетом нелинейных свойств материалов при различных режимах нагружения.

При разработке расчетной модели использованы следующие предпосылки:

- рассматриваются сечения, нормальные к продольной оси элемента;
- в качестве расчетных значений приняты нормальные напряжения в монолитном бетоне плиты и в деревянной балке;
- связь между осевыми напряжениями и относительными деформациями бетона и стальных арматурных стержней представляется в виде диаграмм « $s-e$ » (рис.1), трансформированных для учета влияния циклического нагружения;
- связь между осевыми напряжениями и деформациями древесины принимается в виде

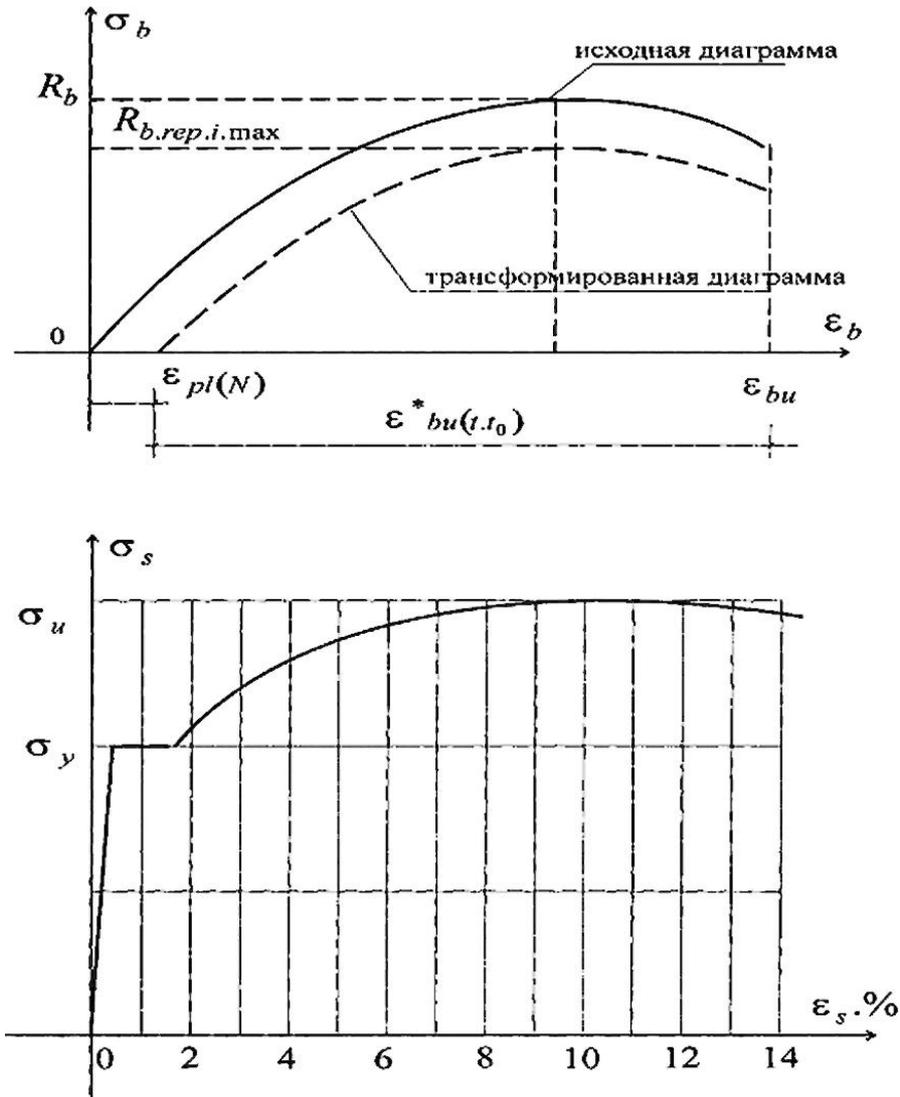


Рис. 1. Диаграмма деформирования материалов: бетона и стали

диаграммы, показанной на рис. 2 и трансформированной для учета влияния циклического нагружения;

– коэффициенты асимметрии цикла напряжений

Γ_{bt} и Γ_{dt} определяются по текущим напряжениям в бетоне и древесине растянутой зоны;

– для составного сечения имеет место отклонение распределения деформаций по высоте от линейного закона;

– в пределах железобетонной плиты и отдельно деревянной балки справедлива гипотеза плоских сечений.

Исходя из гипотезы плоских сечений и трансформированных диаграмм « $s_\sigma - e_\sigma$ », « $s_s - e_s$ » [2] и « $s_\sigma - e_\sigma$ », по соответствующим деформациям определяются напряжения в бетоне монолитной плиты и в древесине балки.

По напряжениям в бетоне s_σ , в арматуре s_s и в

древесине s_σ определяются внутренние усилия в сечении для любого рассматриваемого уровня и режима нагружения, исходя из условий равновесия (рис. 4):

$$N_x = \int_0^{h_n} s_b [e_b(x)] b dx + s'_d (e'_d) A'_d - \quad (1)$$

$$- s_d (e_d) A_d + s'_s (e'_s) A'_s + s_s (e_s) A_s = 0;$$

$$M^{\max} = \int_0^{h_n} s_b [e_b(x)] b (x_i - h_m q) dx + s'_d (e'_d) A'_d z_4 + \quad (2)$$

$$+ s_d (e_d) A_d z_5 + s'_s (e'_s) A'_s z_2 + s_s (e_s) A_s z_3$$

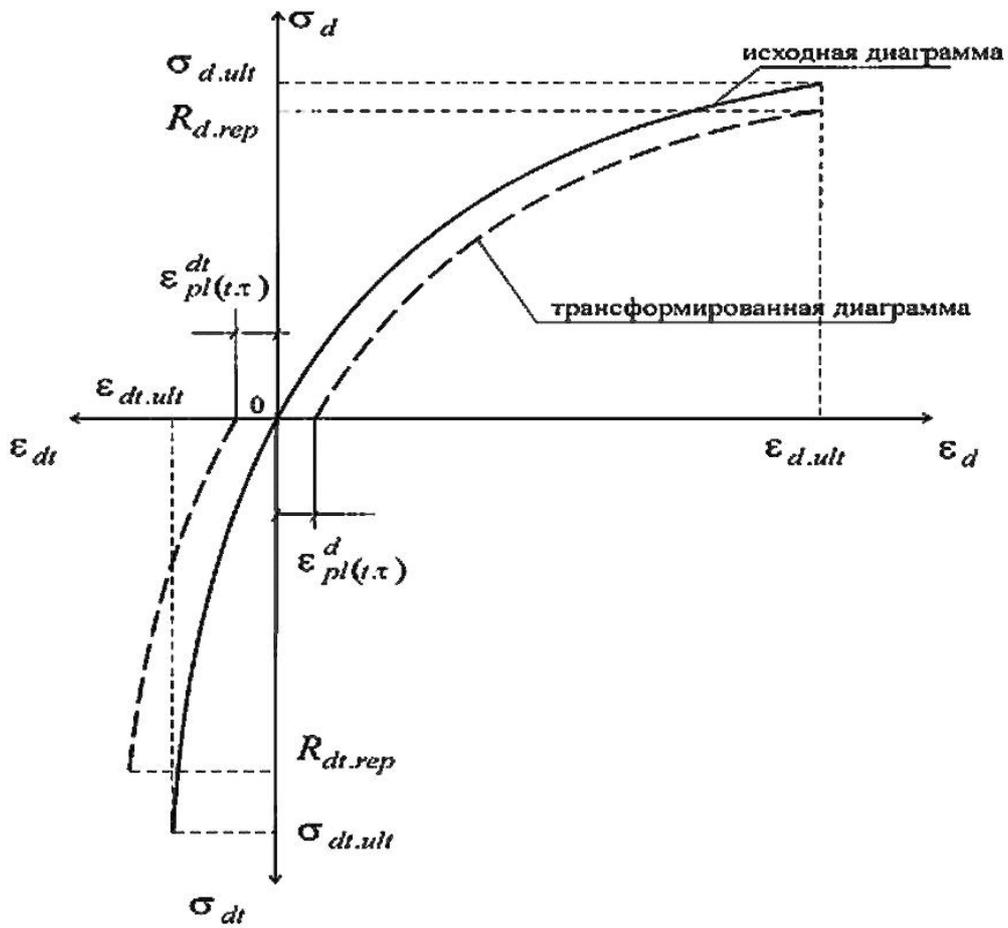


Рис. 2. Диаграмма деформирования древесины

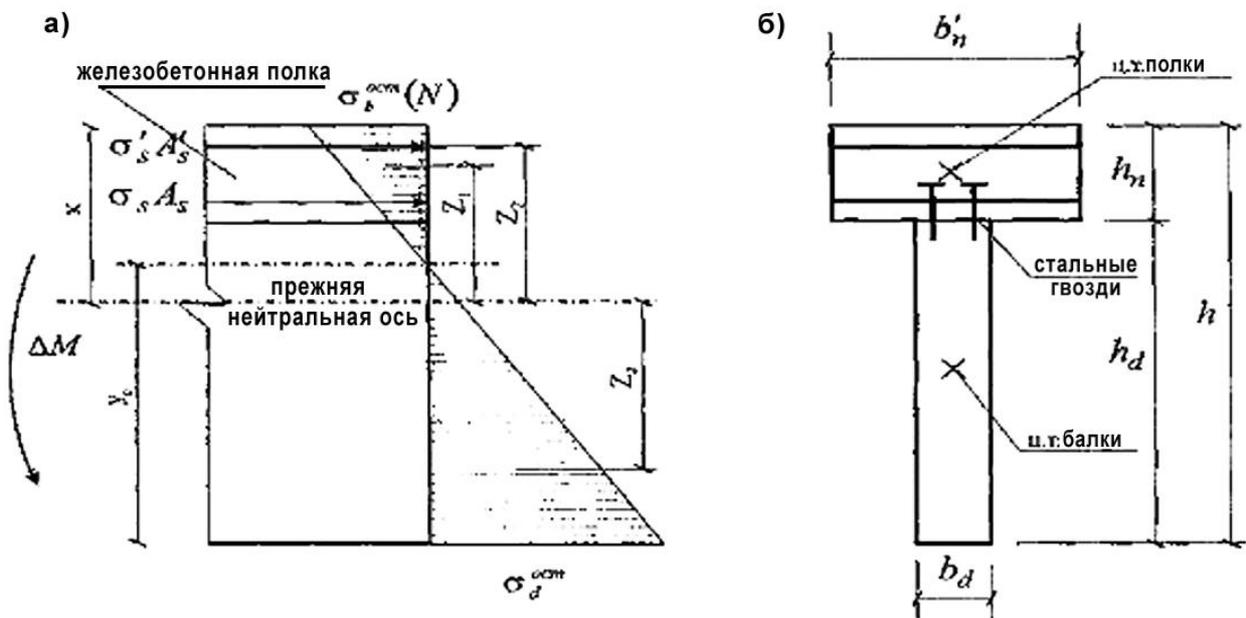


Рис. 3. Расчетная схема усилий, эпюры напряжений при расчете дополнительных моментов

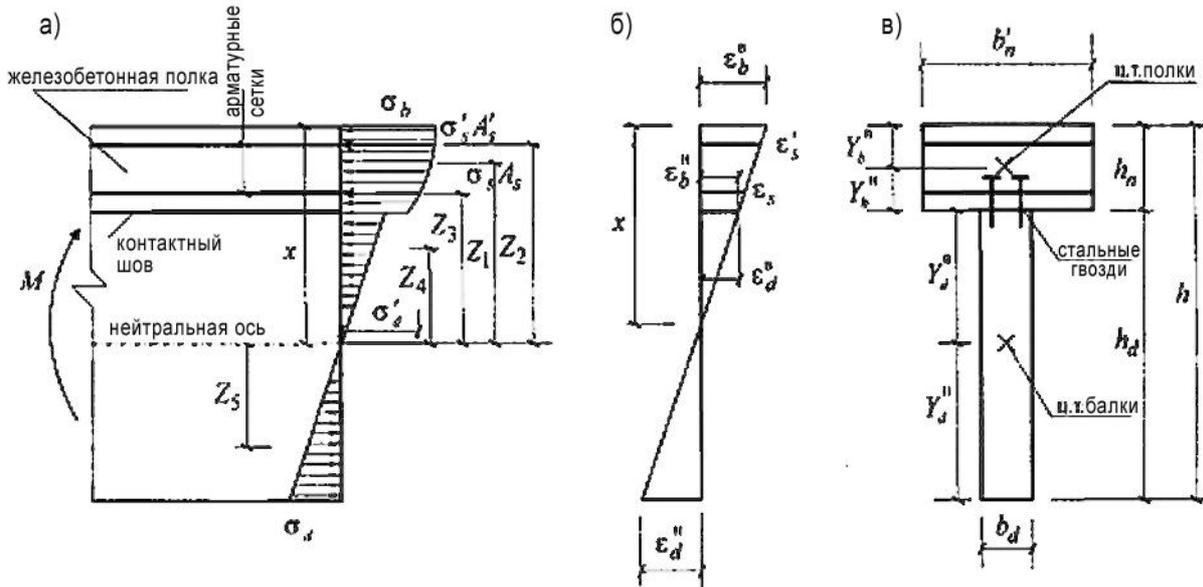


Рис. 4. Расчетная схема усилий, эпюры напряжений и деформаций при расчете выносливости нормальных сечений деревожелезобетонных изгибаемых элементов без учета податливости связей сдвига:
 а) расчетная схема усилий и эпюра напряжений; б) эпюра деформаций; в) поперечное сечение

Выносливость деревожелезобетонных конструкций на всех стадиях нагружения оценивают исходя из условия:

$$M^{\max} + \Delta M_b + \Delta M_d \leq M_z, \quad (3)$$

где M^{\max} – изгибающий момент от максимальной нагрузки цикла, определяемый согласно [4];

$$\Delta M_b = [s_b^{\text{дон}}(t) + s_b^{\text{дон}}(t)] \cdot 0.5 \cdot b'_n \cdot h_n \cdot Z_1 + s'_s \cdot A'_s \cdot Z_2 \quad (4)$$

– дополнительный изгибающий момент вследствие возникновения и развития остаточных деформаций в бетоне полки (рис.3);

$$\Delta M_d = s_d^{\text{дон}}(t) \cdot y_0 \cdot 0.5 \cdot b_d \cdot Z_4 + s_d^{\text{дон}}(t) \cdot (h_{cm} - y_0) \cdot 0.5 \cdot b_d \cdot Z_3 \quad (5)$$

– дополнительный изгибающий момент вследствие возникновения и развития [3] остаточных деформаций в древесине балки (рис. 3).

Текущие значения коэффициентов асимметрии цикла напряжений в бетоне сжатой зоны полки r_{bt} и древесине балки r_{dt} в рассматриваемый момент времени t представляются в виде:

$$r_{bt} = \frac{M_{\max} \cdot r_M + \Delta M_b}{M_{\max} + \Delta M_b}; \quad (6)$$

$$r_{dt} = \frac{M_{\max} \cdot r_M + \Delta M_d}{M_{\max} + \Delta M_d}, \quad (7)$$

где $r_M = M_{\min} / M_{\max}$.

Уравнения (1), (2), (3) справедливы для всех стадий напряженно-деформированного состояния элемента, включая и стадию усталостного разрушения. Выносливость нормального сечения считается обеспеченной при удовлетворении условия (3).

Литература

1. Абдрахманов И.С. Прочность нормальных сечений деревожелезобетонных изгибаемых элементов. Дис. ... канд.техн.наук. – Казань, 2000. – 198 с.
2. Карпенко Н.И., Мухамедиев Т.А., Петров А.Н. Исходные и трансформированные диаграммы деформирования бетона и арматуры // Напряженно-деформированное состояние бетонных и железобетонных конструкций. – М.: НИИЖБ, 1986. – С. 7-25.
3. СНиП II-25-80. Строительные нормы и правила. Нормы проектирования. Деревянные конструкции. – М.: Стройиздат, 1983. – 31 с.
4. Сафин Д.Р. Малоцикловая выносливость нормальных сечений деревожелезобетонных изгибаемых элементов. Дис. ... канд. техн. наук. 05.23.01. – Казань, 2004. – 207 с.