

DOI 10.22363/1815-5235-2020-16-3-185-192
УДК 624.012НАУЧНАЯ СТАТЬЯ
Публикуется в порядке обсуждения.
Редакция

Теория расчета железобетона и ее несоответствие Еврокоду

Р.С. Санжаровский¹, Ф. Зибер², Т.Н. Тер-Эммануильян^{3*},
М.М. Манченко⁴, Т.Т. Мусабаев¹, М.А. Гаджиев⁵

¹ Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Республика Казахстан, 010000, Астана, ул. Кажымукана, 11
² Институт Лейбница по междисциплинарным исследованиям, Федеративная Республика Германия, 12489, Берлин, Albert-Einstein-Straße, 16
³ Российский университет транспорта, Российская Федерация, 127994, Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9
⁴ Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, Российская Федерация, 190005, Санкт-Петербург, ул. 2-я Красноармейская, 4
⁵ Азербайджанский университет архитектуры и строительства, Азербайджанская Республика, AZ1073, Баку, ул. Айны Султановой, 11
*tanya_ter@mail.ru

История статьи:

Поступила в редакцию: 12 января 2020 г.
Доработана: 26 февраля 2020 г.
Принята к публикации: 11 марта 2020 г.

Аннотация

Цель исследования – проанализировать теорию, имеющую массовое применение в расчетах различных конструкций и сооружений, состоящую из пяти не соответствующих друг другу (либо ошибочных) теорий, отвергающих фундаментальные свойства конструкционного бетона и принципы Еврокода. **Методы.** Исследование показывает, что теория расчета железобетона содержит набор отвергающих друг друга теорий различного назначения (в том числе ошибочных), физически невозможные перескоки одной теории в другую, перескоки различных расчетных схем конструкции, недопустимые в упругопластической стадии. По мнению авторов, в ней присутствуют математические ошибки, искажаются фундаментальные понятия классической и общей теорий расчета, отвергаются принцип проектирования несущей способности по предельным состояниям, процесс непрерывного нагружения конструкций, установленный Еврокодом, фундаментальные по Еврокоду свойства конструкционного бетона подменяются, заявляется, что теория определяется не свойствами материалов, а мнением разработчиков, даются ссылки на абстрактные результаты экспериментов. **Результаты.** Анализируемая в статье теория расчета массового применения сопровождается необходимыми математическими выкладками и экспериментальными оценками.

Ключевые слова: упругопластические деформации бетона, теория ползучести бетона, длительное сопротивление железобетона, современные строительные нормы, принципы Еврокода

Для цитирования

Санжаровский Р.С., Зибер Ф., Тер-Эммануильян Т.Н., Манченко М.М., Мусабаев Т.Т., Гаджиев М.А. Теория расчета железобетона и ее несоответствие Еврокоду // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2020. Т. 16. № 3. С. 185–192. <http://dx.doi.org/10.22363/1815-5235-2020-16-3-185-192>

Введение

Анализируемая теория, имеющая массовое применение в расчетах различных конструкций и со-

оружений, состоит из пяти не соответствующих друг другу (либо ошибочных) теорий, отвергающих фундаментальные свойства конструкционного бетона и принципы Еврокода [1; 2]. Для связи между теориями используется постулат о возможности мгновенного превращения одной теории в другую. В результате таких перескоков конструкция приобретает отвергающие друг друга свойства, например: длины конструкции нет и она есть; трещины в бетоне есть и одновременно их нет; у конструкции нет длины, а прогиб ее стремится к бесконечности; бетон на растяжение не работает, но напряжения в растянутой зоне бетона во много раз превышают призмочную прочность. В ней присутствуют математические ошибки, искажаются фундаментальные по-

Санжаровский Рудольф Сергеевич, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник; eLIBRARY SPIN-код: 9723-0539.
Зибер Фридер, доктор технических наук, профессор.
Тер-Эммануильян Татьяна Николаевна, доктор технических наук, профессор, кафедра теоретической механики; eLIBRARY SPIN-код: 9868-6330.
Манченко Максим Михайлович, кандидат технических наук, старший преподаватель, кафедра теоретической механики.
Мусабаев Турлыбек Туркпеневич, доктор технических наук, профессор, академик, директор Евразийского технологического института; eLIBRARY SPIN-код: 7830-4456.
Гаджиев Мухлис Ахмед оглы, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой строительных конструкций; AuthorID: 552244.
© Санжаровский Р.С., Зибер Ф., Тер-Эммануильян Т.Н., Манченко М.М., Мусабаев Т.Т., Гаджиев М.А., 2020

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

нения классической и общей теорий расчета, отвергаются принцип проектирования несущей способности по предельным состояниям, процесс непрерывного нагружения конструкций Еврокода.

1. Особенности анализируемых теорий

Для наглядности восприятия дальнейшего анализа приведем сначала один из многочисленных примеров научного построения теории сжатой конструкции (в рамках гипотез анализируемой теории) (рис. 1). Такие кривые, удобные в практических расчетах для рядовых проектировщиков, требуют соответствующих теоретических, математических и вычислительных исследований; они обычно выполняются весьма авторитетными учеными (Г.В. Никитин, А.Р. Ржаницын, В.А. Гастев, Г.А. Гениев, О. Ваumann, А. Habel, С. Claeson и др.), но недоступны в рамках анализируемой здесь теории.

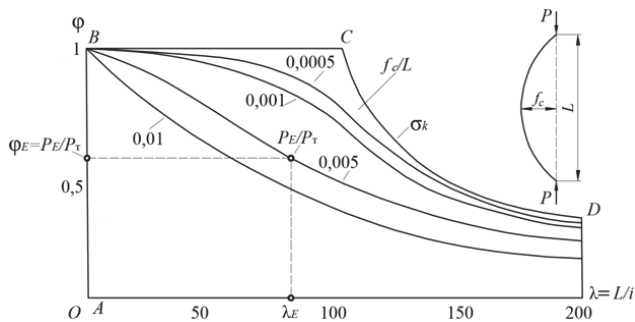


Рис. 1. Критические зависимости «сила – гибкость – начальная погибь» для упругопластической колонны [Figure 1. Critical dependencies “strength – flexibility – initial bend” for an elastoplastic column]

В рассматриваемой теории представлены (вместо исполнения требований Еврокода):

- (п. 1) – теория конструкции, не имеющей длины и обладающей пластическим шарниром;
- (п. 2) – теория упругоползучей колонны с начальной погибью, не имеющая ограничений в напряжениях и деформациях;
- (п. 3) – теория бесконечно упругой колонны из «деформационной теории», ошибочно распространяемая на область сутубых пластических деформаций;
- (п. 4) – исковерканная задача Эйлера;
- (п. 5) – глубоко ошибочная теория линейной ползучести бетона.

2. Теория конструкции, не имеющей длины

Рассмотрим теорию (п. 1) [3–5], являющуюся несостоятельным научным вымыслом для всего многообразия сжатых конструкций; у конструкций на рис. 1 пластического шарнира нет; невозможен он

также при продольно-поперечном изгибе колонн и других расчетных схемах; невозможен он и в рамках исполнения требований Еврокода 2 [6].

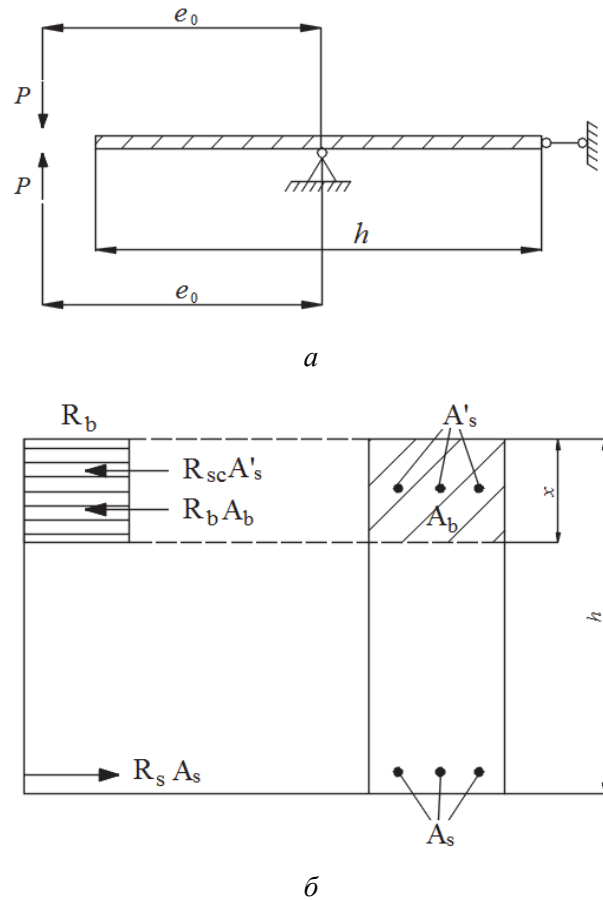


Рис. 2. Колонна без длины, у которой возможен пластический шарнир: а – расчетная схема; б – поперечное сечение, «предельные усилия» и эпюра напряжений бетона [Figure 2. The column without length which can have a plastic hinge: а – design scheme; б – cross section, “ultimate forces” and the stress diagram of concrete]

На рис. 2 показана расчетная схема и распределение напряжений по сечению. Пластический шарнир является предельной точкой ($l \rightarrow 0$) кривой критических состояний ($\frac{dl}{df} = 0$, l – длина, f – прогиб) по устойчивости для колонн, выполненных из бетона и стали с неограниченной площадкой текучести; в нем краевые деформации достигают бесконечных значений; в предельной точке зоны пластического растяжения и сжатия (удовлетворяющие гипотезе плоских сечений перед началом предельного перехода) смыкаются. И эта локальная точка (в весьма частной расчетной схеме) с нереальными свойствами сжатых конструкций принимается за основу общей теории расчета железобетона. В теории по (п. 1) нет жесткости сече-

ния, в ней невозможно условие непрерывного нагружения конструкции; например, с увеличением продольной силы изгибающий момент обязательно уменьшается; изменение этой силы невозможно при фиксированном значении эксцентриситета.

3. Теория упругоползучей колонны с начальной погибью и теория бесконечно упругой колонны из «деформационной теории»

В теориях (п. 2) и (п. 3) железобетон наделяется новыми фантастическими свойствами. Бетон одинаково хорошо сопротивляется растяжению и сжатию. Трещин в сечениях нет, бетон и сталь обладают бесконечно упругими свойствами. Напряжения при сжатии и растяжении могут во много раз превышать призматическую прочность и предел текучести арматуры. Расчетная схема для этих теорий показана на рис. 3.

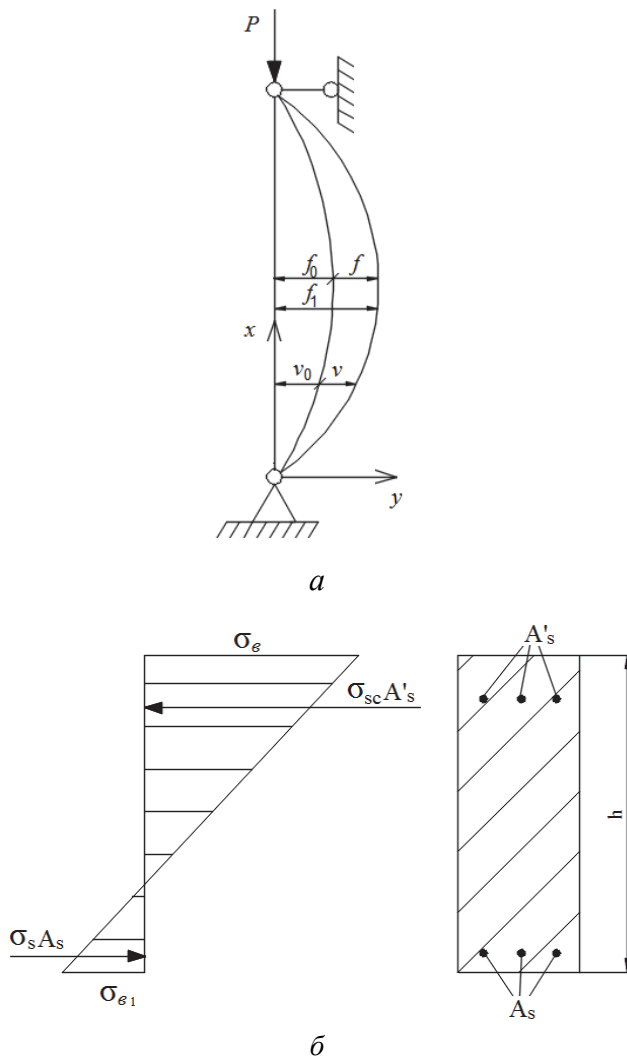


Рис. 3. Упругая либо упруговязкая колонна с начальной погибью: *a* – расчетная схема; *б* – поперечное сечение, неограниченные напряжения в бетоне и арматуре – трещины отсутствуют
[Figure 3. Elastic or visco-elastic column with initial bend: *a* – design scheme; *б* – cross section, unlimited stresses in concrete and reinforcement without cracks]

В теории (п. 2) «связь между напряжениями и деформациями устанавливается формулой, основанной на линейной зависимости между напряжениями и деформациями и на принципе наложения»:

$$\varepsilon^*(t) = \frac{\sigma^*(t)}{E(t)} - \int_{\tau_1}^t \sigma^*(\tau) \frac{\partial \delta(t, \tau)}{\partial \tau} d\tau, \quad (1)$$

где $\delta(t, \tau) = \frac{1}{E(\tau)} + C(t, \tau)$; $C(t, \tau)$ – мера ползучести.

Здесь и далее использованы общепринятые обозначения.

В теории (п. 2) указывается: «Известно, что в случае, когда материал стержня обладает ползучестью и старением (1), задача об устойчивости упругого стержня, имеющего начальную погибь ($y_0 = f_0$) и сжатого постоянной силой P , сводится к решению уравнения»

$$\frac{d^2 y^*(x, t)}{dx^2} + \frac{P}{I} \left[\frac{y^*(x, t)}{E(t)} - \int_{\tau_1}^t y^*(x, \tau) \frac{\partial \delta(t, \tau)}{\partial \tau} d\tau \right] = \frac{d^2 y_0}{dx^2}.$$

Задача определения прогиба $f(t)$ сводится к решению «интегрального уравнения Вольтерра 2-го рода»:

$$f(t) - \frac{E(t)}{1 - \xi(t)} \int_{\tau_1}^t f(\tau) \frac{\partial \delta(t, \tau)}{\partial \tau} d\tau = f_1(t),$$

$$\text{где } \xi(t) = \frac{P_3(t)}{P}; \quad P_3(t) = \frac{\pi^2 I E(t)}{l^2}; \quad f_1(t) = \frac{f_0}{1 - \frac{P}{P_3(t)}}.$$

Критическое состояние по устойчивости железобетонной колонны при ползучести бетона определяется несостоятельным по Еврокоду и удивительным для теории железобетона критерием: прогиб среднего сечения колонны увеличивается до бесконечности (с постоянной скоростью его нарастания). Структура формулы добавочного бесконечного прогиба, вызванного ползучестью бетона, становится тождественной структуре бесконечно упругого прогиба по теории (п. 3) (см., например, формулу (8.13) в [5]). Изменяется лишь значение критической силы: вместо кратковременной критической силы Эйлера используется понятие длительной критической силы, равной силе Эйлера, деленной на коэффициент, зависящий от характеристики ползучести бетона.

Следует обратить особое внимание на три обстоятельства в теории (п. 2, п. 3).

Гипербола Эйлера прерывается в точке C (рис. 1), то есть на участке CB пластической области понятие критической силы Эйлера (также длительной критической силы) является вымыслом; следовательно

но, в области средних и малых гибкостей участка *СВ* теории (п. 2, п. 3) являются вымыслом: Ламарль предупреждал об этом еще в 1845 г., позже – Клебш (1889 г.), на что неоднократно обращал внимание академик В.Л. Кирпичев.

При неограниченных упругих свойствах у сжатых изогнутых колонн критической силы Эйлера не существует (рис. 4), что дополнительно характеризует несостоятельность теории (п. 2, п. 3) с точки зрения Еврокода.

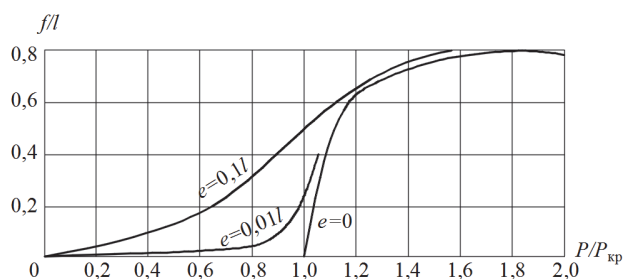


Рис. 4. Зависимость между стрелой прогиба и продольной силой для сжатых изогнутых и центрально сжатых ($e = 0$) колонн [Figure 4. The ratio between the deflection and the longitudinal force for compressed bent and centrally compressed ($e = 0$) columns]

В рамках любой теории ползучести теория (п. 2) неверна для оценки длительного сопротивления железобетона, так как наделяет бетон фантастическими свойствами.

Каждая из изложенных теорий является истиной лишь на своем месте в общей теории расчета сооружений. Так, теория (п. 1) является всего лишь одной из четырех линий – границ области в частной схеме нагружения упругопластической устойчивости – лишь одной из многих схем, в которых таких границ вовсе нет (пример – рис. 1). Причем в этой частной схеме рассматривается идеально упругопластический материал с бесконечной площадкой текучести, то есть находящийся вне правил Еврокода 2 и для теории железобетона являющийся ошибкой [6].

Кажущаяся новизна теории (п. 1) и ее ошибочная привлекательность в сороковые годы прошлого столетия вызвали решительные действия к внедрению, и в угоду этим действиям была принесена в жертву сущность теории расчета железобетона, о чем свидетельствует выдвинутая гипотеза о связи теорий (п. 2, п. 3) и теории (п. 1): «При внецентренном сжатии... явление разрушения протекает почти так же, как при изгибе, а расчет строится исходя из тех же соображений и допущений. В интересах простоты расчета еще более желательно, чем при изгибе симметричных сечений, допускать..., что сечение ведет себя упруго вплоть до образования *пластического шарнира*».

Итак, рассмотрим последовательности перескоков от одной теории к другой. Пусть изначально име-

ется железобетонная колонна с заданными свойствами несущей способности. Применим к ней теорию (п. 1) и получим после исполнения расчета сильно завышенную несущую способность.

По этой причине переходим к теории (п. 3) либо (п. 2), подменяя расчетную схему теории (п. 1) на расчетную схему колонны с начальной погибью. Можно было бы использовать теоретические данные по образцу рис. 1, но этого не происходит.

Рассматривается процесс нагружения бесконечно упругой колонны, по окончании которого извлекается цитированная гипотеза и совершается переход от (п. 3) к (п.1) в виде следующих удивительных действий:

- исчезает скачком длина бесконечно упругой колонны; остается только одно сечение с линейной эпюрой напряжений без трещины;

- упругая эпюра напряжений (рис. 3) мгновенно превращается в эпюру напряжений пластического шарнира (рис. 2);

- начальный прогиб f_0 упругой колонны из (п. 3) мгновенно становится заданным эксцентриситетом в теории (п. 1);

- стрела дополнительного прогиба упругой колонны f теории (п. 3) превращается в эксцентриситет теории (п. 1), который именуется дополнительным эксцентриситетом и появление которого разрушает теоретическую сущность пластического шарнира, описанную выше, как сущность колонны не имеющей длины;

- появляется «новая» научная сущность общей теории в виде пластического шарнира, не имеющего длины, но имеющего прогиб; сумма $e_0 + f$ становится расчетным эксцентриситетом $e_0\eta_1$ в теории (п. 1).

- на основании «новой» сущности снова рассчитывается несущая способность заданной железобетонной колонны: результаты расчета снова дают завышение несущей способности заданной колонны.

Еще более парадоксальным является соединение в одну теорию пластического шарнира по (п. 1) с переменным во времени прогибом теории (п. 2). «Новая» научная сущность в этом случае являет удивительное непрерывное изменение продольной силы колонны, происходящее с течением времени, а также непрерывное явление перескоков.

Теория железобетона приобретает в «новой» научной сущности двойственные свойства по многим обстоятельствам и параметрам, что позволяет менять смысл этих параметров, проводить ненаучные дискуссии.

Например, в теории пластического шарнира (п. 1) жесткость сечения $D = EI$ не нужна, но для «исправления» анализируемой теории железобетона

«новая» научная сущность позволяет использовать и исковеркать это понятие.

4. Исковерканная задача Эйлера

В классической задаче Эйлера об устойчивости колонны теория (п. 4), представляющая дифференциальное уравнение изгиба, имеет вид

$$D \frac{d^2 v}{dx^2} = -Pv.$$

Как уже отмечалось, на участке BC (рис. 1) в пластической области этого уравнения нет. Как и жесткости в теории (п. 1); нет и силы Эйлера. «Новая» научная сущность не только вводит несуществующую здесь силу Эйлера, но и коверкает ее смысл, выдумывая силу Эйлера, зависящую от эксцентриситета e_0 :

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 D(e_0)}{l^2}.$$

Экспериментальные оценки результатов расчета сжатых железобетонных конструкций по анализируемой теории, приведенные известными учеными в публикациях последних лет, составляют $\pm 50\%$, свидетельствуя, что ненаучность и несоответствие Еврокоду помимо политических аспектов дают низкую экономическую эффективность железобетона.

5. Ошибочная теория линейной ползучести бетона

В теории (п. 5), являющейся мировой теорией, интегральные уравнения Вольтерра, представляющие ползучесть бетона с его нестационарными и нелинейными свойствами, имеют выдуманные ядра, нарушающие предусмотренный математический порядок их построения: вследствие этого у бетона образуется ошибочный набор фиктивных сил, неправильно формирующих деформации ползучести.

Из множества причин, искажающих фундаментальные свойства конструкционного бетона и анализируемых в [7–10], для наглядности восприятия выделим здесь только две главные: 1 – математические ошибки принципа наложения (называемого также принципом суперпозиции Больцмана), коверкающие любую из множества предложенных мер ползучести $C(t, \tau)$, даже если бы среди них была и правильная; 2 – неверный анализ особенностей экспериментальных данных по простой ползучести – на что обращал внимание еще в 1955 г. А.Р. Ржаницын и особо подчеркивали в 1976 г. С.В. Александровский и П.И. Васильев [11]

Существует однозначная связь между функцией, представляющей ядро интегрального урав-

нения и соответствующей механической задачей: подмена даже одного параметра функции может существенно изменить структуру механической модели. Это обстоятельство наглядно демонстрирует интегральное уравнение Абеля:

$$\int_0^a \frac{1}{\sqrt{\frac{2P}{m}(a-x)^{1/2}}} U(x) dx = \varphi(a).$$

Здесь показатель степени $1/2$ часто заменяют другим числом α ($0 < \alpha < 1$), что приводит к появлению сил, не имеющих отношения к исходной задаче. Покажем это.

Механическая задача, поставленная и решенная Абелем, рассматривает движение в вертикальной плоскости тяжелой несвободной материальной точки по гладкой плоской кривой $y = y(x)$. На основании теоремы об изменении кинетической энергии в интегральной форме (избавляемся от неизвестной реакции)

$$\frac{1}{2} mv^2 = P(a-x)$$

и скорости, выраженной через дуговую координату ρ имеем

$$dt = -\frac{d\rho}{\sqrt{\frac{2P}{m}(a-x)}},$$

где $d\rho = \sqrt{1 + [y'(x)]^2} dx$.

Обозначая $\sqrt{1 + [y'(x)]^2} = u(x)$ и интегрируя с учетом убывания дуги ρ при возрастании t , получаем приведенное выше уравнение Абеля.

Показатель $1/2$ здесь имеет фундаментальное значение, определяемое мерой механического движения по Лейбницу. Если мы хотим сделать его другим, например $1/3$, мы должны произвести в основном законе движения очевидные тождественные преобразования. Получим

$$\varphi(a) = \int_0^a \frac{1}{\sqrt[3]{\frac{2P}{m}V}(a-x)^{1/3}} U(x) dx.$$

Если же мы самовольно и формально запишем это уравнение в ином виде:

$$\varphi(a) = \int_0^a \frac{1}{\sqrt{\frac{2P}{m}(a-x)^{1/3}}} U(x) dx,$$

то имеем ошибочное интегральное уравнение с точки зрения первоначальной механической задачи; сила P здесь становится выдуманной.

Классический случай Абея позволяет подчеркнуть важную сущность: подмена либо незначительное изменение только одного параметра интегрального уравнения коверкает сущность теории.

В теории же ползучести железобетона осуществлена подмена десяти фундаментальных свойств конструкционного бетона, подробно описанных в [9]; подмена каждого из них искажает сущность теории, приводит к грубым ошибкам расчета. Рассмотрим численные оценки двух подмен, указанных выше под номерами 1 и 2: 1 – подмена нестационарных кратковременных деформаций – приводит к ошибке до 300 % [8]; 2 – подмены нелинейных деформаций ползучести несуществующими линейными – изменяет их величины в 2–5 раз [9] (рис. 5).

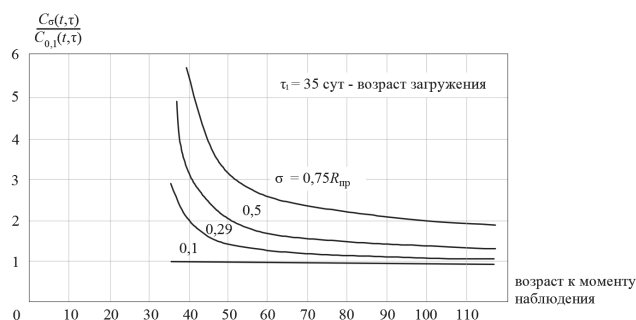


Рис. 5. Изменение отношений удельных деформаций ползучести при разных начальных уровнях напряжений $C_\sigma(t, \tau)$ к удельным деформациям ползучести при начальном уровне напряжений $C_{0,1}(t, \tau)$

Figure 5. Change in the ratio of specific creep deformations at different initial stress levels $C_\sigma(t, \tau)$ to specific creep deformations at initial stress level $C_{0,1}(t, \tau)$

В анализируемой теории можно найти и более абсурдные ситуации, когда условная (для железобетона) теория (п. 2) упруговязкой устойчивости сжатого стержня с начальной погибью, бесконечными напряжениями, с ее значением длительной

критической силы $P_d = \frac{\pi^2 EI}{l^2(c+1)}$, где $c = \varphi_\infty$, ста-

новится теорией расчета предельного состояния железобетонных оболочек с трещинами при длительном нагружении. Она включена в методические рекомендации, является под видом модуля упругости

$E_d = \frac{E}{c+1}$ ($c = \varphi_c = 2$, предельная характеристика

ползучести обычного бетона), маскируется эмпирическими выражениями, что особенно наглядно продемонстрировали расчеты конструкций «Трансвааль-парка».

Заключение

В ряде работ, а также в нормах, анализируемой теории предшествует разъяснение в виде двух Положений: I – что нужно использовать нелиней-

ную деформационную модель (вывеска); II – что допускается расчет производить на основе анализируемой теории (с разными названиями: расчет по предельным усилиям; расчет по стадии разрушения или по принципу пластического разрушения; метод предельного равновесия; метод расчетных предельных состояний).

Один из разработчиков норм в 2011 г. предупредил, что рядовой проектировщик не сможет использовать Положение I: «Деформационная модель силового сопротивления в основном реализуется через вычислительные комплексы, поэтому здесь возникает ряд формальных процедур, например, устойчивость, оценка точности решения. Недостаток инструментария обусловлен также многоитерационным процессом решения, особенно по мере приближения действующего усилия к несущей способности... Результаты зависят от корректности выбора исходных (расчетных) диаграмм состояния».

Россия вступила в ВТО и обязана исполнять требования Еврокода.

Поскольку Еврокод запрещает менять свои принципы и правила применения, а рядовой проектировщик не сможет применить Положение I, рождается заблуждение, что Положение II соответствует Еврокоду. В учебной литературе в связи с этим можно прочесть: «Вместо гипотезы плоских сечений применяется принцип пластического разрушения»; «Предложение определять несущую способность по предельному (“пластическому”) состоянию на десятки лет опередило мировую практику в этом вопросе»; «В расчетных моделях Еврокода есть и расчет по предельным усилиям», что вводит специалистов в заблуждение.

Сопоставляя национальный норматив и европейские нормы, А.А. Гвоздев с соавт. [12] указал на их существенное отличие в принципах и методах расчета, в частности, касающихся «расчета нормальных... сечений, учета влияния гибкости колонн и длительности действия нагрузки».

На ненаучность анализируемой теории железобетона в отдельных аспектах и в разное время указывали авторитетные ученые: Б.Г. Скрамтаев, В.М. Келдыш, Г.В. Никитин, А.Р. Ржаницын, Г.А. Гениев, П.Ф. Дроздов, К.Э. Таль и др. Осредненный ответ на критику звучал уклончиво: «Выбор расчетной схемы определяется соображениями дидактического характера». После утверждения Еврокода ненаучность и несоответствие Еврокоду анализируемой теории стали очевидными.

На проблему ненаучности теории ползучести бетона указывают отрицательные результаты проектной практики, в том числе мировой опыт проектирования уникальных сооружений структурами RAMBOLL (Великобритания) [13]; президент

fib Гордон Кларк предупреждает: «точное прогнозирование влияния ползучести... носит *весьма противоречивый* характер»; нами установлены причины ненаучности этой теории – среди них математические ошибки и нарушение принципов классической механики [7–9; 14]; нами также разработана новая нелинейная теория ползучести бетона, еще не опубликованная, дополняющая общую теорию [15].

Результаты анализа теории расчета железобетона, включая сущность математических ошибок теории ползучести бетона, докладывались и обсуждались на международном симпозиуме 2018 г. в Бельгии [16] и на международной конференции 2014 г. в Москве [13].

Список литературы

1. FIB. Model Code for Concrete Structures 2010. Ernst & Sohn, 2013. 402 p.
2. ACI 209.3R-XX. Analysis of Creep and Shrinkage Effects on Concrete Structures, Final Draft. ACI Committee 209 / M.A. Chiorino (Chairm. of Edit. Team). March 2011. 228 p.
3. Байков В.Н., Сигалов Э.Е. Железобетонные конструкции. М., 1991. 767 с.
4. Бондаренко В.М., Суворкин Д.Г. Железобетонные и каменные конструкции. М., 1987. 383 с.
5. СП 63.13330.2012. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003. М., 2012. 156 с.
6. EN 1992-2 2004. Eurocode 2: Design of constructions.
7. Санжаровский Р.С., Манченко М.М. Ошибки в теории ползучести железобетона и современные нормы // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2016. № 3. С. 25–32.
8. Санжаровский Р.С., Тер-Эммануильян Т.А., Манченко М.М. Принцип наложения как основополагающая ошибка теории ползучести и стандартов по железобетону // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2018. Т. 14. № 2. С. 92–104.
9. Санжаровский Р.С., Манченко М.М., Гаджиев М.А., Мусабиев Т.Т., Тер-Эммануильян Т.Н., Вареник К.А. Система несостоятельности современной теории длительного сопротивления железобетона и предупреждения проектировщиков // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2019. Т. 15. № 1. С. 3–24.
10. Санжаровский Р.С., Манченко М.М. Ошибки международных норм по железобетону и правила Еврокода // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2017. № 6. С. 25–36.
11. Ползучесть и усадка бетона и железобетонных конструкций. Состояние проблемы и перспективы развития / ГОССТРОИ СССР; НИИЖБ. М.: Стройиздат, 1976. 351 с.
12. Гвоздев А.А., Гуца Ю.П., Чистяков Е.А. Сопоставление отечественных и зарубежных норм проектирования // Бетон и железобетон. 1979. № 5. С. 24–25.
13. Бетон и железобетон – взгляд в будущее: научные труды III Всероссийской (II Международной) конференции по бетону и железобетону. М., 2014.
14. Sanjarovskiy R., Ter-Emmanuilyan T., Manchenko M. Creep of Concrete and Its Instant Nonlinear Deformation in the Calculation of Structures // CONCREEP 10. 2015. Pp. 238–247.
15. Санжаровский Р.С. Устойчивость элементов строительных конструкций при ползучести. Л.: Изд-во ЛГУ, 1984. С.280.
16. Life-Cycle Analysis and Assessment in Civil Engineering: Proceedings of the 6th International Symposium of Life-Cycle Civil Engineering (IALCCE), 2018, 28 October, Ghent, Belgium. London: Taylor & Francis Group, 2019.

RESEARCH PAPER

Published in order of discussion.
Edition

Theory of the calculation of the reinforced concrete and inconsistency it to Eurocode

Rudolf S. Sanjarovskiy¹, Frieder Sieber², Tatyana N. Ter-Emmanuilyan^{3*},
Maxim M. Manchenko⁴, Turlybek T. Musabaev¹, Muhlis Ahmed ogly Gadzhiev⁵

¹L.N. Gumilyov Eurasian National University, 11 Kazhymukana St, Nur-Sultan, 010000, Republic of Kazakhstan

²Leibniz-Institut für Interdisziplinäre Studien (LIFIS), Albert-Einstein-Straße 16, Berlin, 12489, Federal Republic of Germany

³Russian University of Transport, Moscow, 9 Obratsova St, bldg. 9, Moscow, 127994, Russian Federation

⁴Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, 4 2-ya Krasnoarmeyskaya St, Saint Petersburg, 190005, Russian Federation

⁵Azerbaijan University of Architecture and Construction, 11 Aina Sultanova St, Baku, AZ1073, Republic of Azerbaijan

*tanya_ter@mail.ru

Article history:

Received: January 12, 2019

Revised: February 26, 2020

Accepted: March 11, 2020

Abstract

The aim of the work – to analyze the theory, which is widely used in the calculations of various constructions and buildings, consisting of five theories that do not correspond to each other (or erroneous), which reject the fundamental properties

Rudolf S. Sanjarovskiy, Grand Ph.D., Professor, principal researcher; eLIBRARY SPIN-code: 9723-0539.

Frieder Sieber, Grand Ph.D., Professor.

Tatyana N. Ter-Emmanuilyan, Grand Ph.D., Professor, Department of Theoretical Mechanics; eLIBRARY SPIN-code: 9868-6330.

Maxim M. Manchenko, Ph.D, senior lector.

Turlybek T. Musabaev, Grand Ph.D., Professor, Academician, Director of the Eurasian Institute of Technology; eLIBRARY SPIN-code: 7830-4456.

Muhlis Ahmed ogly Gadzhiev, Grand Ph.D., Professor, Head of the Department of Building Structures; AuthorID: 552244.

For citation

Sanjarovskiy R.S., Sieber F., Ter-Emmanuil'yan T.N., Manchenko M.M., Musabaev T.T., Gadzhiev M.A. Theory of the calculation of the reinforced concrete and inconsistency it to Eurocode. *Structural Mechanics of Engineering Constructions and Buildings*. 2020;16(3):185–192. <http://dx.doi.org/10.22363/1815-5235-2020-16-3-185-192> (In Russ.)

of structural concrete and the principles of the Eurocode. **Methods.** According to the authors and their research this theory contains: a set of theories of various purposes rejecting each other, including erroneous, physically impossible jumps from one theory to another, jumps of various design schemes, unacceptable in the elastoplastic stage. In it: there are mathematical errors; the fundamental concepts of the classical and general theory of calculation are distorted; the principle of designing bearing capacity in ultimate conditions and the process of continuous loading of structures established by the Eurocode are rejected; the fundamental properties in Eurocode of structural concrete are replaced; it is stated that the theory is determined not by the properties of materials, but by the partialities of the developers; references are made to the abstract results of experiments. **Results.** We analyze the theory of calculating for mass application which accompanied by the necessary mathematical calculations and experimental estimates.

Keywords: elastic-plastic deformations of concrete, theory of concrete creep, long-term resistance of reinforced concrete, modern construction standards, Eurocode principles

References

1. FIB. Model Code for Concrete Structures 2010. Ernst & Sohn; 2013.
2. Chiorino M.A. (Chairm. of Edit. Team). *ACI 209.3R-XX. Analysis of Creep and Shrinkage Effects on Concrete Structures. Final Draft*. ACI Committee 209. March 2011.
3. Bajkov V.N., Sigalov E.E. *Zhelezobetonnye konstrukcii [Reinforced concrete structures]*. Moscow; 1991.
4. Bondarenko V.M., Suvorkin D.G. *Zhelezobetonnye i kamennye konstrukcii [Reinforced concrete and stone structures]*. Moscow; 1987.
5. SP 63.13330.2012. *Betonnye i zhelezobetonnye konstrukcii. Osnovnye polozheniya. Aktualizirovannaya redakciya SNiP 52-01-2003 [Concrete and reinforced concrete structures. Basic provisions. Updated version of SNiP 52-01-2003]*. Moscow; 2012.
6. EN 1992-2 2004. Eurocode 2: Design of constructions.
7. Sanzharovskij R.S., Manchenko M.M. Errors in the concrete theory and creepmodern regulations. *Structural Mechanics of Engineering Constructions and Buildings*. 2016; (3):25–32. (In Russ.)
8. Sanzharovskij R.S., Ter-Emmanuil'yan T.A., Manchenko M.M. Superposition principle as the fundamental error of the creep theory and standards of the reinforced concrete. *Structural Mechanics of Engineering Constructions and Buildings*. 2018;14(2):92–104. <http://dx.doi.org/10.22363/1815-5235-2018-14-2-92-104>. (In Russ.)
9. Sanzharovskij R.S., Manchenko M.M., Gadzhiev M.A., Musabaev T.T., Ter-Emmanuil'yan T.N., Varenik K.A. System of insufficiency of the modern theory of long-term resistance of reinforced concrete and designers' warnings. *Structural Mechanics of Engineering Constructions and Buildings*. 2019;15(1):3–24. <http://dx.doi.org/10.22363/1815-5235-2019-15-1-3-24>.
10. Sanzharovskij R.S., Manchenko M.M. Errors of international standards on reinforced concrete and rules of the Eurocode. *Structural Mechanics of Engineering Constructions and Buildings*. 2017;(6):25–36.
11. GOSSTROJ SSSR; NIIZHB. *Polzuchest' i usadka betona i zhelezobetonnyh konstrukcij. Sostoyanie problemy i perspektivy razvitiya [Creep and shrinkage of concrete and reinforced concrete structures. State of the problem and prospects of development]*. Moscow: Strojizdat Publ.; 1976. (In Russ.)
12. Gvozdev A.A., Gushcha Yu.P., Chistyakov E.A. Sopostavlenie otechestvennyh i zarubezhnyh norm proektirovaniya [Comparison of domestic and foreign design]. *Beton i zhelezobeton [Concrete and reinforced concrete]*. 1979; (5):24–25.
13. *Beton i zhelezobeton – vzglyad v budushchee: Nauchnye trudy III Vserossijskoj (II Mezhdunarodnoj) konferencii po betonu i zhelezobetonu [Concrete and reinforced concrete – a look into the future: Scientific papers of the III all-Russian (II International) conference on concrete and reinforced concrete]*. Moscow; 2014. (In Russ.)
14. Sanjarovskiy R., Ter-Emmanuil'yan T., Manchenko M. Creep of Concrete and Its Instant Nonlinear Deformation in the Calculation of Structures. *CONCREEP 10*. 2015:238–247.
15. Sanzharovskij R.S. *Ustojchivost' elementov stroitel'nyh konstrukcij pri polzuchesti [Stability of elements of building structures under creep]*. Leningrad: LSU Publ.; 1984. (In Russ.)
16. Life-Cycle Analysis and Assessment in Civil Engineering: Proceedings of the 6th International Symposium of Life-Cycle Civil Engineering (IALCCE), 2018, 28 October, Ghent, Belgium. London: Taylor & Francis Group; 2019.