Расчет и проектирование строительных конструкций

ОШИБКИ В ТЕОРИИ ПОЛЗУЧЕСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОНА И СОВРЕМЕННЫЕ НОРМЫ

Р.С. САНЖАРОВСКИЙ, *д-р техн. наук, профессор**,
М.М. МАНЧЕНКО, *канд. техн. наук*, *инженер***
**Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева*
010008, Республика Казахстан, г. Астана, ул. Мирзояна, 2
***ФГУП "Крыловский государственный научный центр"*
196158, Санкт-Петербург, Московское шоссе, 44
e-mail: salsa87@bk.ru

В статье проведен теоретический анализ основных ошибок, заложенных в теорию расчета ползучести железобетонных конструкций. Показана невозможность использования при расчете железобетонных конструкций известных линейных моделей общей теории ползучести и ее методов. Выявлена необходимость полной переработки современных норм России по железобетону.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: теория ползучести бетона, длительное сопротивление конструкций, современные строительные нормы.

В «Строительной газете» в №35 от 29 августа 2014 года, в № 43 от октября 2014 года и в № 50 от 12 декабря 2014 года были опубликованы наши статьи, посвященные несоответствиям актуализированного норматива правилам ВТО и Еврокодам. В соответствии с пожеланиями ведущих экспертов страны, руководителей строительной отрасли, в «Строительной газете» №21 от 22 мая 2015 года мы рассмотрели проблему столкновения правил актуализированного норматива с правилами общей теории расчета сооружений.

К нам также обращаются известные отечественные и зарубежные ученые и специалисты за разъяснениями по особенностям учета в нормативе длительного сопротивления железобетонных конструкций. Имеются также обращения иностранных ученых, свидетельствующие о необходимости дальнейшего развития международных норм и Еврокодов в области учета особенностей ползучести бетона. Так, например, ведущие американские ученые просят ознакомить их с особенностями совместного учета мгновенной нелинейности бетона и его нелинейной ползучести: эти наши разработки ликвидируют разрыв, существующий между теориями кратковременного и длительного сопротивления железобетонных конструкций, и они высоко оценены указанными учеными.

Теория длительного сопротивления железобетона в нормативе покоится на ошибочном приспособлении к применению двух разделов общей теории, не отвечающих механическим свойствам железобетона: 1 – линейной теории ползучести; 2 – линейной теории длительного поведения идеальной конструкции из бесконечно упругого материала, сопровождаемого неограниченным ростом напряжений и деформаций, в том числе в растянутой зоне.

Ниже рассматриваются эти разделы и оцениваются их особенности с точки зрения свойств железобетона.

1. Линейная теория ползучести

1.1. Бетон является существенно нелинейным конструкционным материалом. Его диаграмма мгновенного сжатия σ-$\varepsilon_м$ имеет ниспадающий участок, ограниченный предельной деформацией $\varepsilon_{в2}$. В Еврокоде 2 по расчету железобетонных конструкций параметры этой нелинейной диаграммы нормированы.

В теории ползучести бетона (линейной, нелинейной) используется фиктивная линейная диаграмма вместо реальной нелинейной диаграммы, удовлетворяющая закону Гука и вносящая в расчеты два вида ошибок, соответствующих четырем фиктивным точкам 1-4, сопровождающим реальную точку М: например, при заданной мгновенной деформации $\varepsilon_м$ фиктивное напряжение $\sigma_ф = \varepsilon_м E_в$ значительно больше реального напряжения σ; при заданном реальном напряжении σ фиктивная упругая деформация $\varepsilon_у = \sigma/E_в$ значительно меньше реальной деформации $\varepsilon_м$. Подмена реальной нелинейной диаграммы σ-$\varepsilon_м$ и применение вместо нее фиктивной линейной диаграммы вносит большие погрешности в расчет полных деформаций при длительном загружении конструкций.

Обосновывается такой подход недостоверным доказательством, что «в экспериментах мгновенные деформации бетона даже при высоких уровнях загружения линейно зависят от напряжений».

Общая мгновенная деформация в опытах является суммой линейной и нелинейной составляющей: $\varepsilon_м = \varepsilon_л + \varepsilon_н$. При длительном загружении полная деформация складывается из двух слагаемых: общей мгновенной и деформации ползучести – $\varepsilon = \varepsilon_м + \varepsilon_п$. Общая мгновенная деформация $\varepsilon_м$ определяется за время, измеряемое в минутах (у Александровского С.В. указаны 4 мин.); деформация ползучести проявляется за время, измеряемое сутками и годами, что создает проблемы при их совместном рассмотрении.

1.2. В традиционной наследственной теории ползучести материалов нелинейная составляющая деформации $\varepsilon_н$ не учитывается, вследствие чего полная деформация складывается из упругой деформации $\varepsilon_л$ и деформации ползучести: $\varepsilon = \varepsilon_л + \varepsilon_п$, что не годится для бетона. К таким теориям ползучести относятся уравнения: Кельвина, Больцмана (1887 г.), Вольтерра (1913 г.), Маслова-Арутюняна (1952 г.). В этой связи Гвоздев А.А. в 1955 году, на основании опытов Боришанского М.С., указал, что традиционная теория ползучести не пригодна для теории железобетона: «Она резко занижает, почти стирает (деформации $\varepsilon_н$) эффект напряжений, действующих непосредственно перед моментом наблюдения деформаций»; эта теория не отражает наблюдаемое в опытах быстрое натекание деформаций ползучести к моменту наблюдения, близкому к моменту загружения образцов; начальные участки кривых ползучести, построенные по указанным теориям ползучести, не имеют характерного подъемистого очертания (крутовосходящих ветвей) при времени τ, близкому к времени *t*.

Ошибка этого правильного утверждения кроется в том, что нелинейная часть мгновенной деформации переводится в несоответствующий ей разряд деформаций ползучести и формально к ним присовокупляется. Такой произвол требует соблюдения соответствующих математических преобразований, которые, однако, в дальнейшем исполнены не были. Указанный перевод навязан традиционной формой уравнения линейной вязкоупругости

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

с мгновенными упругими деформациями.

Сохраняя первые два слагаемых, описывающих (кстати, неверно) упругие деформации, модель перевода предписывает для учета деформации $\varepsilon_н$ уточнить вид меры ползучести $C(t,\tau)$ (учитывающей также деформации, названные быстронатекающей ползучестью). Так как деформация $\varepsilon_н$ нелинейно возрастает с ростом напряжения σ, то и мера ползучести должна нелинейно зависеть от напряжений $C_н(\sigma, t, \tau)$: это требование, однако, исследователями проигнорировано.

Указание об учете деформаций быстронатекающей ползучести бетона первыми исполнили Яшин А.В. и Катин Н.Н. в 1959 году; позже Александровский С.В. и многие зарубежные ученые, например, американские.

1.3. Рассмотрим сначала упругие деформации в уравнении (1). Правило линейных (потенциальных) сил позволяет найти скорость упругой деформации

$$\dot{\varepsilon}_{у}(\tau)=\dot{\sigma}(\tau)\frac{1}{E(\tau)}+\sigma(\tau)\frac{d}{d\tau}\frac{1}{E(\tau)}$$

и ее значение

$$\varepsilon_{у}(\tau)=\frac{\sigma(\tau_1)}{E(\tau_1)}+\int_{\tau_1}^{t}\dot{\sigma}(\tau)\frac{1}{E(\tau)}d\tau+\int_{\tau_1}^{t}\sigma(\tau)\frac{d}{d\tau}\frac{1}{E(\tau)}d\tau .$$

После преобразований имеем $\varepsilon_{у}(t)=\sigma(t)/E(t)$. Отсюда следует, что второе слагаемое в (1) является лишним, а используемая форма принципа наложения неверна:

$$\varepsilon_{у}(\tau)=\frac{\sigma(\tau_1)}{E(\tau_1)}+\int_{\tau_1}^{t}\frac{1}{E(\tau)}d\sigma .$$

Ошибка состоит в потере той части деформации, которая соответствует скорости изменения коэффициента жесткости системы. Такая же потеря присутствует и в последнем интегральном слагаемом. В условиях нелинейной ползучести эта потеря дополнительно приводит к формулировке (созданию) странного принципа наложения, нарушающего не только принципы механики Ньютона, но и условия аффинного подобия экспериментальных кривых ползучести (это будет подробно рассмотрено в отдельной статье).

1.4. Рассмотрим третье слагаемое в (1), и запишем с его помощью ту часть линейной ползучести, которая названа быстронатекающей

$$\varepsilon_{н}(t)=\int_{\tau_1}^{t}\sigma(\tau)\frac{\partial}{\partial\tau}C_{н}(\sigma,t,\tau)d\tau=\int_{\tau_1}^{t}\sigma(\tau)\dot{\sigma}(\tau)\frac{\partial C_{н}(\sigma,t,\tau)}{\partial\sigma}d\tau+\int_{\tau_1}^{t}\sigma(\tau)\frac{\partial C_{н}(\sigma,t,\tau)}{\partial\tau}d\tau .$$

Однако, таким способом вычисление быстронатекающей ползучести не производят, а обычно записывают интеграл в виде

$$\varepsilon_{н}(t)=\int_{\tau_1}^{t}\sigma(\tau)\frac{\partial}{\partial\tau}C_{н}(t,\tau)d\tau . \tag{2}$$

Здесь значения $\varepsilon_{н}(t)$ линейно зависят от напряжений, что не соответствует ни экспериментам по нахождению $\varepsilon_{н}(t)$, ни данным о нелинейной связи $\varepsilon_{н}$ и σ.

Для описания $C_{н}(t,\tau)$ применяются различные сложные формулы, которые не соответствуют очевидным экспериментальным данным. Например, при аппроксимации диаграммы σ-$\varepsilon_{м}$ квадратной параболой, имеем точное значение деформации $\varepsilon_{н}=\beta_2\sigma^2$:

$$\varepsilon_{н}(t)=\beta_2\sigma^2(t)=\int_{\tau_1}^{t}\sigma(\tau)\frac{\partial}{\partial\tau}C_{н}(t,\tau)d\tau ,$$

которому должна соответствовать правая часть, в том числе ее функция $C(t,\tau)$, что в традиционных записях исполнить невозможно, например, у Александровского С.В.

$$C(t,\tau)=\psi(\tau)-\psi(t)\frac{1-A_2e^{-\gamma\tau}}{1-A_2e^{-\gamma t}}e^{-\gamma(t-\tau)}+\Delta(\tau)\left[1-e^{-\gamma(t-\tau)}\right].$$

Сложные формулы в описании $C(t,\tau)$, призванные к учету быстронатекающей ползучести, значительно повышают порядок соответствующего дифференциального уравнения ползучести бетона. Это затрудняет решение рядовых практических задач расчета железобетонных конструкций.

1.5. Уточним последнее слагаемое в (1), воспользовавшись свойством потенциальных сил в условиях ползучести [2]. Найдем скорость деформации ползучести

$$\dot{\varepsilon}_{\text{п}}(t,\tau)=\dot{\sigma}(\tau)C(t,\tau)+\sigma(\tau)\frac{\partial C(t,\tau)}{\partial\tau}+\sigma(\tau)\frac{\partial C(t,\tau)}{\partial t},$$

и ее величину

$$\varepsilon_{\text{п}}(t)=\sigma(\tau_1)C(t,\tau_1)+\int_{\tau_1}^{t}\dot{\sigma}(\tau)C(t,\tau)d\tau+\int_{\tau_1}^{t}\sigma(\tau)\frac{\partial C(t,\tau)}{\partial\tau}d\tau+\int_{\tau_1}^{t}\sigma(\tau)\frac{\partial C(t,\tau)}{\partial t}d\tau.$$

Окончательно имеем после преобразований

$$\varepsilon_{\text{п}}(t)=\int_{\tau_1}^{t}\sigma(\tau)\frac{\partial C(t,\tau)}{\partial t}d\tau. \tag{3}$$

Последнее слагаемое в (1) и величина (3) в условиях линейной ползучести могут не отличаться друг от друга только при использовании разностных ядер; данное обстоятельство характеризует соответствующий принцип наложения [2], а также правильность его дальнейшего применения в условиях нелинейной ползучести.

Перечисленные самовольные принципы и погрешности оказывают существенное влияние на результаты расчетов железобетонных конструкций на ползучесть. Они также показывают, что в общепринятом виде (1) уравнение ползучести для нормирования и массового применения в железобетонных конструкциях является недопустимым, что, к сожалению, не учитывается в нормативе.

1.6. При средних и высоких уровнях загружения бетона (традиционно называемых нелинейной ползучестью) в функцию $C(t,\ \tau)$ вводится дополнительный параметр $C(\mu,\ t,\ \tau)$, а сама функция представляется в вырожденной форме $C(\mu,t,\tau)=f(\mu)C(t,\tau)$. В качестве параметра μ принимают напряжение σ, полную деформацию ε, либо мгновенную деформацию $\varepsilon_{м}$. Однако при учете $C(\mu,t,\tau)=f[\mu(\tau)]C(t,\tau)$ в третьем слагаемом уравнения (*) структура функции нелинейности $f[\mu(\tau)]$ не учитывается, что приводит к формулировке ошибочного принципа наложения, противоречащего классической механике, к неправильному определению значений деформаций ползучести бетона.

1.7 Ошибочно отождествляются функции, описывающие мгновенную нелинейность диаграммы σ-ε и нелинейную ползучесть бетона.

В исследованиях авторов данной статьи предложены способы устранения описанных дефектов и ошибок [1].

2. Линейная теория длительного поведения идеальной конструкции из бесконечно упругого материала

2.1. Актуализированный норматив, ошибочно покоящийся на модели пластического шарнира (отвергнутого Еврокодом и не соответствующего общей теории), делает невозможным использование линейной теории ползучести бетона. Для скрытия такого несоответствия вводится уникальный по своей бессмысленности (особенно в сжатых конструкциях) принцип, уничтожающий продекларированный сначала метод предельных состояний: линейная стадия деформирования конструкций мгновенно превращается в пластический шарнир. А так как у сжатоизогнутых конструкций пластического шарнира никогда не бывает, а линейная модель ползучести не соответствует нелинейной сущности железобетона, то расчетная модель актуализированного норматива не имеет отношения к расчету сжатых железобетонных конструкций.

2.2. Вместе с тем, из результатов линейной общей теории расчета конструкций при ползучести можно усмотреть ряд грубых ошибок, содержащихся в использованной в нормативе (также усиленно ныне разрабатываемых и рекламированных известными учёными) уравнений ползучести бетона.

Следует обратить внимание специалистов, что без использования результатов этой теории (то есть анализ лишь совокупности гипотез различных теорий ползучести бетона), зачастую невозможно увидеть их дефекты; это приводит также к необоснованному созерцанию кажущихся достоинств уравнений простой ползучести, мер ползучести, необоснованной алгебраизации этих уравнений. Рассмотрим подробнее некоторые из этих проблем.

2.3. Поучительный пример продольного изгиба сжатой стойки в промежутке одних суток, когда успевает проявиться в основном быстронатекающая ползучесть. Длительная критическая сила колонны в соответствии с формулой

$$\varepsilon(t)=\frac{\sigma(t)}{E(t)}-\int_{t_1}^{t}\frac{\sigma(u)}{E(u)}L_E(t,u)du \qquad (*)$$

и известным решением А.Р. Ржаницына равна $P_{\text{д}}=\frac{\pi^2 HI}{l^2}$, где $H=\frac{E}{1+\varphi_{\text{δи}}}$. Эта критическая сила устремляется по величине к бесконечности при длине $l \to 0$, что отвергается и экспериментальными данными, и здравым смыслом. Если же мгновенные нелинейные деформации не причислять к деформациям ползучести, то имеем касательно-модульную (либо приведенно-модульную) критическую силу с конечной величины при $l \to 0$. Последний результат в нормах железобетона известен давно после экспериментальных и теоретических работ L. Baes 1927 года, внедренных в нормы ряда стран (Мурашев В.И., Обзор иностранных норм на проектирование железобетонных сооружений).

Из записи формулы (*) деформация быстронатекающей ползучести имеет вид

$$\varepsilon_{\text{н}}(t)=-\int_{t_1}^{t}\frac{\sigma(u)}{E(u)}L_E^{\text{н}}(t,u)du\,.$$

Эта же деформация по данным экспериментальных исследований НИИЖБа (Новое о прочности железобетона, стр. 19) записана в виде:

$$\varepsilon_{\text{н}}(t)=\frac{\sigma^4(t)}{E(t)R_{\text{пр}}^3}\left(0{,}1+\frac{24}{2+R_{\text{пр}}}\right).$$

Приравнивая эти две формулы между собой, видим ошибочность первой из них, невозможность правильного нахождения функции $L_E^{\text{н}}(t,u)$. Применение подхода использования сложных формул для описания $L_E^{\text{н}}(t,u)$ приводит к ненужному усложнению уравнения (*), в частности к дифференциальным уравнениям до пятого порядка, к нарушению принципа независимости действия сил механики Ньютона.

Приведенные данные показывают ошибочность и порочность работ, разрабатывающих теорию быстронатекающих деформаций ползучести бетона и забывающих о мгновенных нелинейных деформациях бетона.

2.4. Реальная железобетонная колонна имеет в начальный момент загружения t_0 длительной нагрузкой начальную скорость прогиба $\dot f(t_0)=0$ вследствие ползучести, равной нулю. Однако это очевидное условие нарушено в актуализированном нормативе.

Нормативная модель о длительном продольном изгибе сжатой стойки обладает существенным дефектом безынерционной теории ползучести, проявляющийся в мгновенных скачках скорости, приводящих к недоразумениям в экспериментах над сжатыми железобетонными колоннами.

Простейший случай соответствует случаю нулевой начальной скорости середины колонны $f_0 = 0$ загружения в инерционной модели при статическом загружении с заданным начальным прогибом середины $f_0 \neq 0$. В безынерционной (вырожденной) модели Ржаницына А.Р. (той же самой колонны) в начальный момент времени $t = 0$ нулевая начальная скорость $\dot{f} = 0$ скачком преобразуется в конечную отрицательную начальную скорость $\dot{f} < 0$. А в случае безынерционной модели Работнова Ю.Н. и Шестерикова С.А. (той же самой колонны) нулевая начальная скорость скачком вырастает в положительную начальную скорость $\dot{f} > 0$. Отмеченные скачки особенно заметно проявляются при догружениях экспериментальных колонн.

2.5. В актуализированный норматив ошибочно внедрена условная теоретическая модель вязкоупругой колонны, не учитывающая упругопластические стадии работы бетона и арматуры, предусмотренные Еврокодом. В отличие от силы P^*, используемой Еврокодом, в актуализированный норматив внедрена длительная критическая сила, соответствующая бесконечному нарастанию прогибов (также бесконечным напряжениям в сжатой и растянутой зонах бетона), происходящему с постоянной скоростью изменения прогибов $\dot{f}$ = const. Начальное значение прогиба колонны f_0 при $t = 0$ определяется из соответствующей точки кривой, обусловленной бесконечно упругой моделью. Такая теоретическая модель норм не соответствует реальным свойствам бетона и стали; в этой модели исключены упругопластическая стадия, обязательная по принципам Еврокода. По этой причине расчет длительной несущей способности сжатых железобетонных конструкций в актуализированном нормативе экспериментально не может быть обоснован.

Особо подчеркнем наличие бесконечно больших прогибов и бесконечно больших напряжений в сжатой и растянутой частях сечения колонны, сжатой длительной критической силой, вставленной в актуализированный норматив. Эти прогибы и напряжения могут вызвать только удивление у специалистов по железобетонным конструкциям.

2.6. Значение длительной критической силы в общей теории определяется формулой $P_{\partial л} = P_э / (1 + \varphi_\infty)$. Величина характеристики ползучести бетона φ_∞ изменяется в интервале $\varphi_\infty = 1 \div 5$ для различных бетонов.

Актуализированный норматив в формуле для $P_{дл}$ учитывает только одно значение $\varphi_\infty = 1$. Можно напомнить, что в инструкции по расчету железобетонных оболочек используется другое значение $\varphi_\infty = 2$. Такие значения характеристики ползучести бетона φ_∞ присутствуют в эмпирических формулах, их заменяющих. А что же происходит в железобетонных конструкциях, соответствующих бетону с характеристикой ползучести φ_∞ увеличивающейся до значения $\varphi_\infty=5$; актуализированный норматив об этом сообщить ничего не может, так как соединил отрицающие друг друга расчетные модели.

2.7. Безинерционность модели ползучести в специальной литературе обосновывается тремя ошибочными основаниями:

1. Недостоверным использованием механики Ньютона.
2. Неправильным расположением массы в разрабатываемой модели.
3. Неосознанный учет влияния инерции в форме записи функции $C(t,\tau)$.

Первое основание состоит в ошибочной трактовке механики Ньютона: «уравнение равновесия точки в сплошной среде представляет собой возможную формулировку второго закона Ньютона, утверждающего, что сумма всех сил, действующих на тело, при равновесии (то есть в покое или при равномерном движении) равна нулю». Такие неверные высказывания допускают известные ученые в области теории ползучести.

Второе основание состоит в неудачном расположении массы в разрабатываемой теории ползучести. Оно в работах известных ученых приводит к появлению в модели ползучести колебательного процесса, и приводит к неудачному описанию экспериментальных данных ввиду наличия осциллирующих функций.

Третье основание состоит в пренебрежении того факта, что экспериментально обоснованные выражения для мер ползучести (Александровский, Мак-Генри, Базант и др. ученые) приводят к дифференциальным уравнениям ползучести второго и выше порядков; также к нарушению принципа независимости действия сил из-за появления сил сопротивления, пропорциональных ускорениям (противоречащим механике Ньютона).

3. О нормах

Вступление России в ВТО с необходимостью привело к юридическим, экономическим и политическим обязанностям страны по отношению к мировым стандартам. Для строительства такими стандартами являются Еврокоды; для железобетона – Еврокод 2. У заинтересованных лиц появились соблазны в неком приспособлении отечественных норм к Еврокодам (актуализация, гармонизация, система переводных коэффициентов, ошибочный тезис о соответствии и так далее); они озвучиваются на специальных международных конференциях, совещаниях, в специальной печати, в переименовании и украшении норм. Это вводит в заблуждение соответствующих руководителей.

Нормы нынче должны состоять из полного текста Еврокода, без изменений; они должны завершаться соответствующим правилам и принципам этого Еврокода – национальным приложением: иное не удовлетворяет правилам ВТО. Последний же актуализированный норматив России по железобетону (2013 г.) основан на теории железобетона Лолейта, разработанной в 1932 году, являющейся ошибочной (на что указывалось уже тогда, а также многократно в последующие годы – Скрамтаев, Келдыш, Никитин, Ржаницын, Гениев, Таль, Дроздов, Гусаков, Бачинский и Голышев, Лауль и др.) и не соответствующей ни Еврокоду, ни общей теории.

Теория железобетона, ставшая впоследствии основой Еврокода 2, разрабатывалась в России с тех же сороковых годов прошлого столетия и в последующее время известными отечественными учеными, начиная с работ Никитина Г.В., Ржаницына А.Ф., Гениева Г.А. и других. Эта теория с помощью административного ресурса отвергнута; ее правила и принципы (ставшие основой Еврокода 2) отвергнуты; эти правила и принципы Еврокода в течение многих десятилетий признавались (в угоду административному ресурсу) в России неприемлемыми. Таким способам наносился вред не только нормам железобетона, но и самой теории железобетона, особенно ее разделу ползучести. Например, ярлык об «использовании гипотезы плоских сечений» являлся свидетельством «плохой» теории, причем не только тогда, но и в последние годы, уже после утверждения Еврокодов.

Между тем, переработка норм на основе правил и принципов Еврокодов позволяет решить ряд важных проблем:

1. устранить вопрос о несоответствии норм России и системы стандартов Еврокодов, и снять вопрос о различных возможных санкциях со стороны ВТО;

2. заметно повысить экономичность железобетонных сооружений, так как в ряде случаев усилия, воспринимаемые конструкцией, повысятся в два-три раза;

3. в части, характеризующей длительное сопротивление конструкций вследствие ползучести бетона, полученные результаты могут послужить образцом для иных норм, а также указать пути совершенствования Еврокодов в этой их части.

Для реализации проблем, связанных с ползучестью бетона в расчетах железобетонных конструкций, авторы и их ученики в последние годы получили ряд важных новых результатов. Устранены ошибки, присутствующие в традиционных уравнениях ползучести. Выявлены зависимости, учитывающие связь мгновенной нелинейности бетона и его ползучести (линейной, нелинейной). Учтены инерционные свойства бетона в разрешающих уравнениях ползучести, устраняющие их дефекты о странных скачках, присутствующих в традиционных вариантах записи теории ползучести бетона. Например, одно из таких уравнений, имеющее традиционный второй порядок, записывается в следующем виде, учитывающем одновременно и мгновенную нелинейность бетона

$$m\ddot{\varepsilon}+\frac{1}{\gamma C}\dot{\varepsilon}+\frac{1}{C}\varepsilon=mf''(\sigma)\ddot{\sigma}+\frac{1}{\gamma C}f_2'(\sigma)\dot{\sigma}+\frac{1}{C}f_2(\sigma)+\sigma,$$

где m – погонная масса бетона.

Метод использования законов ползучести такого типа изложен в [1]. Там же приведен образец таблицы, содержащей коэффициенты длительного сопротивления железобетонных конструкций, являющийся прообразом таблиц, предназначенных для вложения в соответствующие нормативные документы, удовлетворяющие правилам ВТО.

Литература

1. *Sanjarovsky R, Manchenko M.* Creep of concrete and its instantaneous nonlinearity of deformation in the structural calculations // Scientific Israel – Technological Advantages. – 2015. – Vol. 17, №1-2.

2. *Санжаровский Р.С.* Нелинейная наследственная теория ползучести // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. – 2014. – №1. – С.

References

1. *Sanjarovsky, R., Manchenko, M.* (2015). Creep of concrete and its instantaneous nonlinearity of deformation in the structural calculations, *Scientific Israel – Technological Advantages*, vol. 17, №1-2.

2. *Sanzharovskij, R.S.* (2014). Non-linear hereditary creep theory, *Structural Mechanics of Engineering Constructions and Buildings,* №1, pp.

ERRORS IN THE CONCRETE THEORY AND CREEP MODERN REGULATIONS

Sanzarovsky R.S*
Manchenko M.M.**
**L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Republic of Kazakhstan,*
***Krylov State Research Centre, SPb, Russia*

In the article, the theoretical analysis of the major mistakes inherent in the theory of calculating of the creep of reinforced concrete constructions is given. The impossibility of using of known linear models of the general theory of creep and its methods in the calculations of reinforced concrete structures is demonstrated. The necessity of a complete redesign of current Russian rules for the reinforced concrete is revealed.

KEY WORDS: theory for concrete creep, sustained resistance of the building structures, modern building regulations