

ULASEVICH V.P., JAKUBOVSKAJA O.A. On influencing suspension of peat humates on processes of a hydration and a hardening of cement systems

The action mechanism features of the admixture STG-3 on the basis of suspension of peat humates in cement systems are reviewed in the article. The accelerating effect of the admixture on processes of a hydration is connected with an increase of cement dissolubility, lead to the availability of active functional groups and the growth of ionic strength of a fluid phase. The plasticizing effect of the admixture is connected to its adsorptive properties. The admixture action mechanism causes increasing of strength and frost resistance of concrete, and also rising protective properties of concrete with the admixture towards reinforcement steel.

624.012.3:62017

Введение. Деформативность железобетонных конструкций при действии повторяющихся нагрузок является важнейшим показателем их эксплуатационной надежности. В связи с применением в сооружениях конструкций, испытывающих в процессе эксплуатации многократно повторяющиеся нагрузки различной частоты (мосты, подкрановые балки, элементы перекрытия промзданий и т.д.), возникает необходимость исследования влияния частоты приложения нагрузки к железобетонным элементам, подвергающимся действию такого рода циклических нагружений.

Из обзора опубликованных сведений об особенностях деформирования бетонных призмных образцов и железобетонных элементов при многократно повторяющихся нагружениях, а также из результатов выполненных экспериментов, было выявлено, что развитие деформаций бетона, арматуры, трещин в балках при таких нагружениях зависит от уровня напряжений в бетоне, повторяющейся нагрузки и длительности ее действия, от усилия обжатия элементов напрягаемой арматурой и других факторов.

Отдельные данные, касающиеся деформаций бетона в призмах при повторяющихся нагружениях с различной частотой действия, позволяют считать, что наряду с указанными основными факторами частота приложения повторяющейся нагрузки, при прочих равных условиях эксперимента, также оказывает влияние на процесс деформирования бетона. Однако это влияние не учитывается при оценках поведения железобетонных элементов, подвергающихся действию повторяющегося нагружения.

Чтобы выяснить влияние частоты приложения повторяющейся нагрузки на деформирование железобетонных элементов, выбирались данные из разных опубликованных исследований о развитии деформаций бетона, арматуры, прогибов и ширины раскрытия трещин в балочных железобетонных образцах, имевших примерно такие же характеристики, как были в проведенных экспериментах. Такие данные были заимствованы из работ Л.А. Богушевского, Л.И. Кавладзе, А.П. Казанкова, Камайтиса, В.В. Левича, С.С. Пиневица, Ю.В. Самбора [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7].

Авторы исследований С.С. Пиневиц, Камайтис, Л.А. Богушевский [1, 4, 6] проводили

испытания предварительно напряженных балочных образцов.

По экспериментальным данным, приведенным в указанных работах, а также по результатам наших исследований были построены графические зависимости усредненного прироста деформаций бетона и арматуры опытных образцов от частоты приложения повторяющейся нагрузки. При этом значения деформаций были

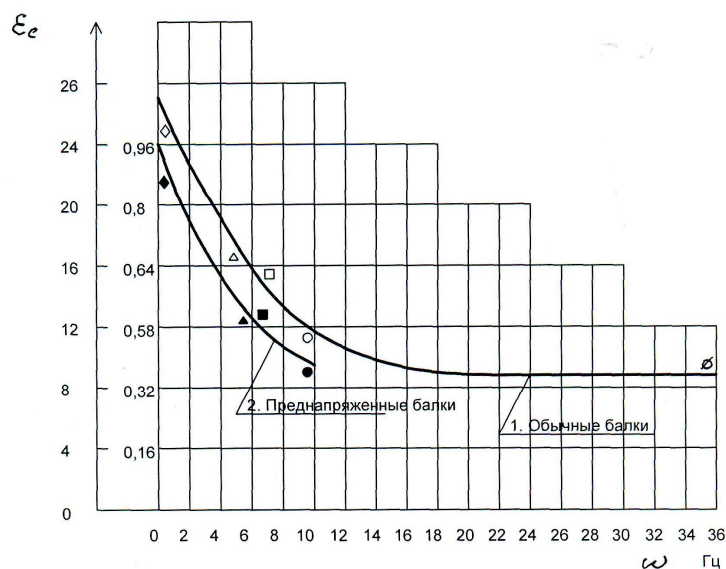


Рис. 1. а. Влияние частоты нагрузки на деформации бетона в балках
1 - обычные балки: \diamond - автор; \square - Левич В.В.; \circ - Самбор Ю.В.; \emptyset - Кавладзе Л.И.;
 \triangle - Казанков А.П.;

2 - преднапряженные балки: \blacklozenge - автор; \blacktriangle - Богушевский Л.А.; \blacksquare - Пиневиц С.С.; \bullet - Камайтис З.А.;

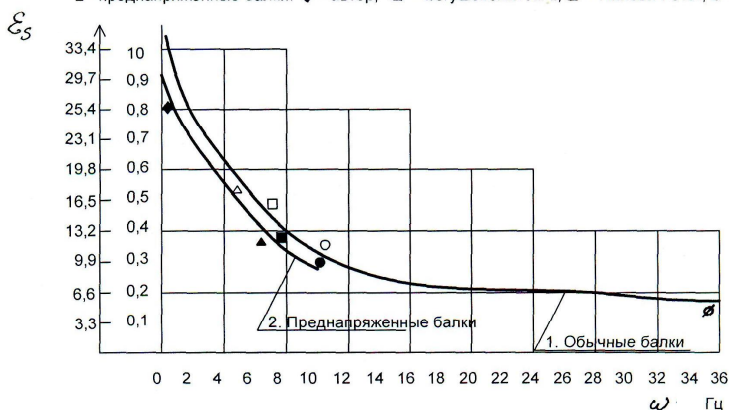


Рис. 1. б. Влияние частоты нагрузки на деформации арматуры в балках
1 - обычные балки: \diamond - автор; \square - Левич В.В.; \circ - Самбор Ю.В.; \emptyset - Кавладзе Л.И.;
 \triangle - Казанков А.П.;

2 - преднапряженные балки: \blacklozenge - автор; \blacktriangle - Богушевский Л.А.; \blacksquare - Пиневиц С.С.; \bullet - Камайтис З.А.;

Бранцевич Владимир Петрович, кандидат технических наук, доцент кафедры строительных конструкций Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

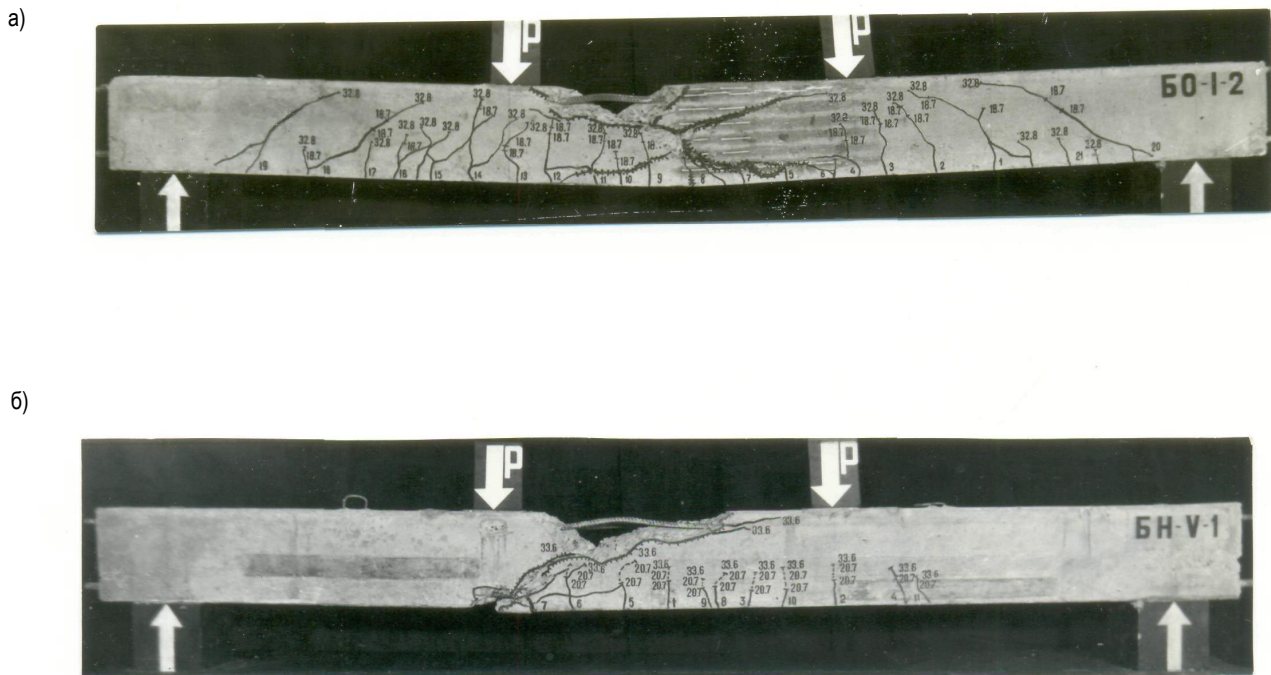


Рис. 2. а) характер образования и развития трещин при действии повторяющейся нагрузки в балке без преднапряжения; б) характер образования и развития трещин при действии повторяющейся нагрузки в балке с предварительным напряжением

определены для одинакового срока испытаний образцов повторяющейся нагрузкой, соответствовавшего максимальному времени испытаний, проводившихся в этой работе. Графики изменения прироста неупругих деформаций бетона и арматуры в обычных и предварительно напряженных балках в зависимости от частоты многократно повторяющейся нагрузки представлены на рис. 1а, 1б.

На указанных рисунках можно видеть, что в обычных балочных железобетонных элементах с примерно одинаковыми характеристиками и режимами испытаний средний прирост неупругих деформаций вполне отчетливо зависит от частоты повторяющейся нагрузки. При низкочастотных нагружениях 0,02Гц, как это было в описываемых исследованиях, накопление деформаций бетона в образцах было почти в два раза больше, чем при испытании балок с частотой повторения нагрузки 5–10Гц, и почти в три раза больше, чем в балках, подвергавшихся вибрационному нагружению с частотой 30–36Гц. Еще в большей степени отличаются в зависимости от частоты действия нагрузки приросты деформаций в арматурных стержнях балок. Так, если приняты значения этих приростов в опытах за 100%, то при частотах 5–10Гц прирост деформации в арматуре составляет порядка 30–40%, а при частоте 30–36Гц – около 15–20%.

В предварительно напряженных балках, как видно из тех же рис. 1а, 1б, приросты деформаций бетона и арматуры по значению оказываются несколько меньше, чем в балках без предварительно напряженной арматуры. В бетоне и арматуре такое уменьшение было порядка 6–8%, а разница в приростах прогибов при изменении частот от 0,02Гц до 5–10Гц была порядка 20–25%. Для более высоких частот приложения нагрузки данных об изменении деформаций арматуры, бетона и прогибов в предварительно напряженных элементах найдено не было.

Необходимо отметить и объяснить выявленные особенности в изменениях деформаций бетона и арматуры в балочных железобетонных образцах с изменением частоты действия многократно повторяющейся нагрузки.

1. Наибольший прирост неупругих деформаций в арматуре и в бетоне балок при малой частоте повторений нагрузки объясняется, очевидно, тем, что в течение одного цикла нагружения и разгрузки при прочих равных условиях испытание образец более длительное время работает при повторяющейся нагрузке. Вследствие этого успевают проявиться деформации ползучести в бетоне, и происходит ослабление связи арматуры с бетоном. При более высоких частотах изменения нагрузки развитие этих явлений замедляется и тем более, чем больше частота нагружения.

2. Из сопоставления развития деформаций арматуры и бетона в образцах в зависимости от частоты нагружения можно видеть, что изменение прироста деформаций в арматуре предварительно напряженных балок существенно больше, чем в бетоне. Это можно объяснить, видимо, тем, что в арматуре обычных балок при низкочастотном нагружении происходило более заметное нарушение сцепления с бетоном, из-за чего прирост деформаций в таких балках был больше.

3. Особенно большие изменения имели место в развитии прогибов в обычных и предварительно напряженных балках. Полученные данные свидетельствуют о весьма положительном влиянии предварительного напряжения на деформирование балок при низких частотах приложения нагрузки.

Таким образом, рассмотрев влияние частоты временной нагрузки на развитие деформаций обычных и предварительно напряженных железобетонных элементов, можем в дальнейшем учесть влияние частоты приложения нагрузки на развитие деформаций при самом жестком режиме испытания.

При сопоставлении результатов описываемых опытов и исследований ряда авторов выявлено, что частота приложения повторяющейся нагрузки влияет не только на развитие деформаций бетона, но также и на ширину раскрытия трещин в бетоне изгибаемых элементов. Оказывается, что, если значения ширины раскрытия трещин, измеренные в опытах различных авторов, расположить в зависимости от частоты действия испытательной нагрузки, то получается зависимость, подобная по форме зависимостям для деформаций бетона и арматуры.

Эта зависимость говорит, что с уменьшением частоты нагружения в балках происходит более интенсивное приращение ширины раскрытия трещин в бетоне, чем при нагружении с высокой частотой. Эта закономерность связана, как и в случае увеличения деформаций при уменьшении частоты, с более длительным действием максимальной нагрузки в течение цикла, нагружения и большим перепадом уровня прилагаемой нагрузки. Очевидно, при медленных попеременных нагружениях и разгрузках снижается в большей степени, чем при нагружениях с высокой частотой, сцепление арматуры с бетоном в трещине и в примыкающей области, и при этом интенсивнее выключается из работы растянутый бетон над трещиной, о чем свидетельствовало в опытах более интенсивное развитие трещин по высоте сечения (рис. 2а, 2б).

Отмеченная подобность графиков накопления деформаций бетона и арматуры, а также развития прогибов и прироста ширины

раскрытия трещин в бетоне железобетонных балок в зависимости от частоты действия переменных нагрузок свидетельствует, что эти процессы взаимосвязаны.

Рассмотрев влияние частоты приложения повторной нагрузки на развитие деформаций в обычных и предварительно напряженных элементах и анализируя данные ряда авторов, исследовавших влияния повторяющихся нагружений на поведение железобетонных элементов, получили зависимости, учитывающие влияние частоты приложения нагрузки на развитие деформаций бетона сжатой зоны, растянутой арматуры и ширины раскрытия трещин.

Значение коэффициента α , характеризующего изменение деформаций бетона, арматуры в зависимости от частоты переменной нагрузки для обычных железобетонных элементов можно представить в следующем виде:

$$\alpha = \alpha_0 + \alpha_1 \cdot f_{rep} \quad (1)$$

где α_0 , α_1 , α_2 – коэффициенты, учитывающие изменение деформаций бетона, арматуры и ширины раскрытия трещин в зависимости от частоты применения повторяющейся нагрузки;

f_{rep} – частота приложения повторной нагрузки.

В выражении (1) постоянные коэффициенты А, В, С были вычислены путем анализа экспериментальных данных. При этом выражение (1) применительно к определению деформаций бетона и арматуры приняло следующий вид:

$$\alpha = 0,66 \cdot f_{rep}^{-0,18} + 0,35, \quad (2)$$

$$\alpha_s = 0,87 \cdot f_{rep}^{-0,18} + 0,15. \quad (3)$$

Таким образом, полученные деформации бетона сжатой зоны и арматуры при действии повторяющейся нагрузки умножаются на значение коэффициентов α_c , α_s , учитывающих влияние частоты:

$$\alpha_c = \alpha_{c,rep} \cdot \alpha_c, \quad (4)$$

$$\alpha_s = \alpha_{s,rep} \cdot \alpha_s. \quad (5)$$

Выражение для определения коэффициента, учитывающего влияние частоты на ширину раскрытия трещин при повторяющейся нагрузке имеет вид:

$$w_{rep} = 0,6 \cdot f_{rep}^{-0,15} + 0,3. \quad (6)$$

Ширина раскрытия трещин W_{rep} , при действии повторяющейся нагрузки учетом частоты ее приложения:

$$W_{rep} = w \cdot \alpha W_{rep} \quad (7)$$

Заключение. Выполненный анализ экспериментальных исследований различных авторов и приведенные исследования автора позволяют заключить, что задача оценки влияния частоты приложения повторяющейся нагрузки требует более подробного изучения и разработки дальнейших методов расчета, наиболее полно учитывающих напряженно-деформируемое состояние железобетонных элементов при действии повторных нагрузок.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Богушевский, Л.А. Исследование предварительно напряженных железобетонных балок при длительном воздействии постоянной и многократно повторяющейся нагрузок // Железобетонные конструкции. – Челябинск, 1971. – С. 66–71.
2. Кавладзе, Л.И. Исследование жесткости и деформативности железобетонных балок при длительном воздействии статических и динамических нагрузок. – М., 1983. – 20 с.
3. Казанков, А.П. О деформациях изгибаемых элементов при действии постоянных и многократно повторяющихся нагрузок // Строительные конструкции. – Минск, 1976. – С. 110–114.
4. Камайтис, З.А. Трещиностойкость предварительно напряженных изгибаемых железобетонных элементов при действии многократно повторяющихся нагрузок. – Каунас, 1965. – 21 с.
5. Леввич, В.В. Исследование напряженно-деформированного состояния изгибаемых элементов при многократно повторяющихся нагрузках // Вопросы современного строительства. – Львов, 1973. – № 1. – С. 111–113.
6. Пиневиц, С.С. Исследование выносливости стабилизированных и отпущенных семипроволочных канатов и работы армированных ими железобетонных преднапряженных изгибаемых элементов при многократно повторном нагружении. – Ростов-на-Дону, 1981. – 20 с.
7. Самбор, Ю.В. Особенности развития деформаций (прогибов) железобетонных балок при многократно повторяющихся нагрузках // Строительные конструкции. – Киев, 1971. – Вып. XV. – С. 122–133.

18.01.10

BRANCEVICH V.P. About influence of frequency of repeating loading at an estimation of deformations and width of disclosing of cracks in ferro-concrete beams

The executed analysis of experimental data of the carried out researches and researches of other authors has allowed to define influence of frequency of the appendix of repeating loading on deformation of concrete, fixture and width of disclosing of cracks.

624.15+624.131.6:551.5

.

Введение. Как было отмечено ранее [1, 2], сегодня в строительной практике достаточно широкое применение имеют свайные фундаменты из свай заводского изготовления. Это обусловлено сложными инженерно-геологическими условиями большинства строительных площадок.

При погружении свай в грунтах происходят разнообразные процессы, приводящие к значительным изменениям их структуры. При этом, если с поверхности (до 1–1,5 м) грунты чаще всего несколько разуплотняются за счет формирования воронки раскачивания и бокового выпора, то на большей глубине как вокруг ствола сваи, так и под ее острием наблюдается значительное уплотнение [2].

Результатом проявления этих, а возможно и некоторых других процессов, является недобивка свай до проектной отметки.

На рис. 1 приведены общие виды свайных полей на строительных площадках г. Бреста.

Как видно из рис.1, недобивка свай в равной степени характерна для большинства строительных площадок. А это определяет как актуальность, так и насущную необходимость проведения комплексных исследований для уточнения и корректировки методики расчета несущей способности забивных свай на базе результатов достоверных прогнозов изменений деформационно-прочностных характеристик грунтов, происходящих в процессе погружения свай.

Шведовский Петр Владимирович, к.т.н., профессор кафедры оснований, фундаментов, инженерной геологии и геодезии Брестского государственного технического университета.

Пойта Петр Степанович, доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой оснований, фундаментов, инженерной геологии и геодезии, ректор Брестского государственного технического университета.

Дроневич Александр Юрьевич, аспирант кафедры оснований, фундаментов, инженерной геологии и геодезии Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.