

ВЛИЯНИЕ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА НА ИЗМЕНЕНИЕ ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ УСИЛИЙ В АРМАТУРЕ И БЕТОНЕ ПРИ ПОЛЗУЧЕСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

А. А. Ведерников, Р. М. Галиакберов, Д. М. Куцков
Астраханский государственный
архитектурно-строительный университет

Бетон является неоднородным материалом, состоящим из крупного, мелкого заполнителей и цементного камня, имеющих различные деформативные характеристики.

Ключевые слова: бетон, прочность, арматура, железобетон, ползучесть.

Concrete is an inhomogeneous material consisting of coarse, fine aggregates and cement stone having different deformation characteristics.

Keywords: concrete, strength, reinforcement, reinforced concrete, creep.

Цементный камень является так же неоднородным материалом, поскольку гидратация частиц цемента при его твердении происходит неполностью, взаимодействует с водой только некоторый поверхностный слой частиц. Образующаяся пленка на частицах цемента затрудняет доступ воды вглубь частиц, процесс гидратации замедляется. После набора бетоном проектной прочности процесс гидратации продолжается, при этом продолжает увеличиваться прочность. Кроме того, цементный камень включает в себя множество пор и капилляров, образующихся при формировании изделий, а также микротрещин, образующихся в процессе твердения в результате появления внутренних напряжений, из-за усадки бетона. Кроме того, в бетоне остается много избыточной воды, неиспользованной для химического соединения, которая постепенно испаряется, проделывая себе выход в капиллярах и порах, увеличивая пористость и снижая прочность бетона.

Такая структура бетона влияет на его деформативные и прочностные свойства. Кроме того, физико-механические свойства бетона изменяются с течением времени [1–3].

По этим причинам, под воздействием нагрузок, бетон деформируется нелинейно. Нелинейность деформирования бетона проявляется уже при малых напряжениях, а с их увеличением становится все значительнее. Зависимость между напряжениями и деформациями для бетонов, отличающихся видом, прочностью, структурой, различна.

При ползучести железобетонного элемента происходит перераспределение напряжений между бетоном и арматурой, при этом напряжения в бетоне снижаются, а в арматуре возрастают. Перераспределение усилий между бетоном и арматурой происходит за счет ползучести бетона. Приращение деформаций ползучести бетона приводит к увеличению деформа-

ций арматуры. Поскольку за счет сцепления бетона и арматуры деформации бетона и арматуры одинаковы. Так как арматура работает упруго, то с ростом деформаций в ней увеличиваются напряжения, внешняя сила не изменяется, следовательно, напряжения в бетоне снижаются.

Изменения напряжений в бетоне и арматуре можно определить из условия равенства внешней силы, которая с течением времени не меняется, сумме внутренних сил в бетоне и арматуре, которые с течением времени изменяются за счет деформаций ползучести бетона [4, 5].

$$N = \sigma_b A + \sigma_s A_s \quad (1)$$

где $\sigma_b A$ – сила в бетоне, $\sigma_s A_s$ – сила в арматуре.

Цель работы: установить, как изменяются напряжения в бетоне и арматуре при ползучести бетона железобетонного элемента, при увеличении класса бетона.

В качестве образца принимается стандартная призма квадратного сечения размером стороны основания $b = 150$ мм, высотой 600 мм, армированная 4 стержнями арматуры класса А400, диаметром $d = 20$ мм. Призма нагружена силой N_η , величина которой составляет 70 % предельной.

$$N_\eta = R_{b\eta} A \quad (2)$$

Принимаем диапазон изменения класса бетона от В15 до В 60, класс арматуры оставляем без изменений. Напряжения в бетоне определяем по формуле (3).

$$\sigma_b = N_\eta / (1 + \frac{\mu_1 \alpha}{\nu_b}) \quad (3)$$

где μ_1 – коэффициент армирования $\mu_1 = A_s/A$; α – отношение модуля арматуры к модулю бетона $\alpha = E_s/E_b$; ν_b – коэффициент упруго пластической деформации.

Вычисления выполняем по формуле (3), полагая, что за счет ползучести бетона с течением времени коэффициент упруго пластической деформации ν_b уменьшится вдвое при начальном значении, после приложения усилия N_η , равном 0,86.

Уровень приращения напряжений бетона $\eta \Delta \sigma_b$ вычисляем как отношение разности напряжений σ_{b1} при $\nu_b = 0,86$ и напряжений σ_{b2} при $\nu_b = 0,43$, отнесенной к напряжению σ_{b1} .

По результатам расчетов строим графики зависимости $(B-\eta \Delta \sigma_b)$ изменения уровня приращения напряжений бетона от класса бетона (рис. 1) и $(B-\eta \Delta \sigma_s)$ изменения уровня приращения напряжений арматуры от класса бетона (рис. 2).

Из графика $(B-\eta \Delta \sigma_b)$ (рис. 1) видно, что с увеличением класса бетона приращение напряжения в бетоне уменьшается и при изменении класса бетона от В15 до В60 снижение составляет 23,7 %.

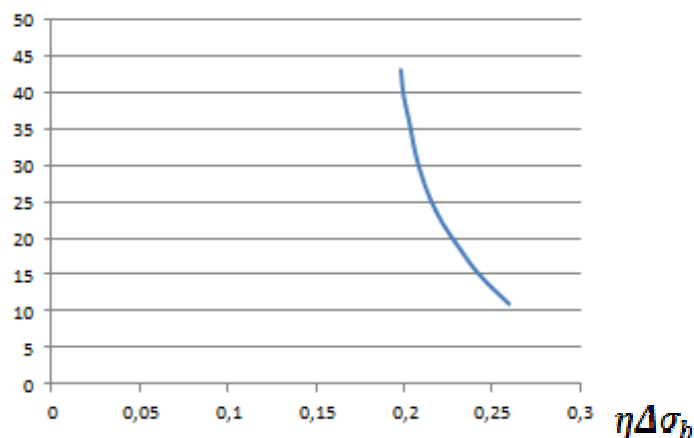


Рис. 1. График изменения приращения напряжений бетона с увеличением класса бетона за счет ползучести бетона железобетонного элемента ($B-\eta\Delta\sigma_b$)

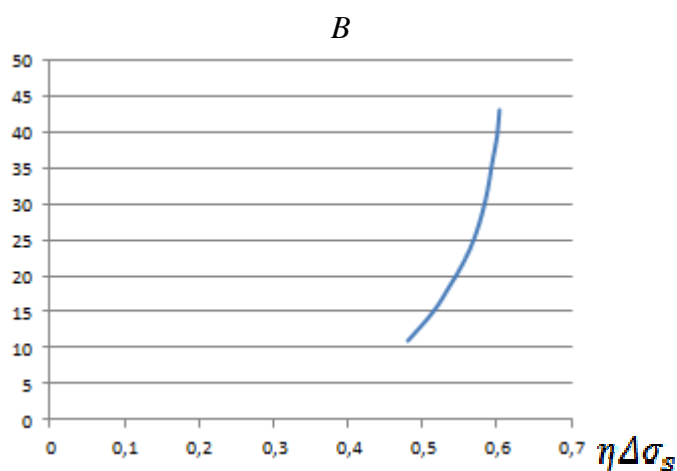


Рис. 2. График изменения приращения напряжений арматуры с увеличением класса бетона за счет ползучести бетона железобетонного элемента ($B-\eta\Delta\sigma_s$)

Из графика ($B-\eta\Delta\sigma_s$) (см. рис. 2) видно, что с увеличением класса бетона приращение напряжения в арматуре увеличивается и при изменении класса бетона от В15 до В60 увеличение составляет 25,6 %.

Следовательно, с увеличением прочности бетона влияние ползучести бетона на перераспределение усилий между бетоном и арматурой в железобетонном элементе уменьшается.

Список литературы

1. Карпенко Н. И. Общие модели механики железобетона. М. : Стройиздат, 1996. 416 с.: ил.
2. Ерышев В. А. Методика расчета деформации бетона при режимных нагружениях : монография. Тольятти : Изд-во ТГУ, 2014. 131 с.: пер.
3. Кокарев А. М. Деформация железобетонных элементов с трещинами при повторных и знакопеременных нагружениях и разгрузках : автореферат дис. ... канд. техн. наук. М. : НИИЖБ Госстроя СССР, 1983. 22 с.
4. Байков В. Н., Сигалов З. Е. Железобетонные конструкции. Общий курс. М. : Стройиздат, 2008. 767 с.

5. Федоров В. С., Левитский В. Е., Молчадский И. С., Александров А. В. Огнестойкость и пожарная опасность строительных конструкций. М. : АСВ, 2009. 408 с.

УДК 624.138.24

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СПОСОБОВ УКРЕПЛЕНИЯ СЛАБЫХ ГРУНТОВЫХ ОСНОВАНИЙ В СОВРЕМЕННОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ, СТРОИТЕЛЬСТВЕ И РЕКОНСТРУКЦИИ

*Д. А. Батаев, Д. В. Зинченко, Д. А. Айшапатов
Астраханский государственный
архитектурно-строительный университет*

Широкое применение инъекционных способов закрепления грунта в подземном и дорожном строительстве, при возведении промышленных и гражданских зданий обусловлено повышением прочности, водонепроницаемости, сопротивления размыву грунтового массива, а также увеличения его несущей способности. Участок, представленный под строительство объекта, не всегда пригоден для проведения работ, поскольку может быть расположен на слабых грунтах и потребуются его предварительная подготовка, что приведет к удорожанию строительства. В статье проведен анализ практической реализации современных технологий закрепления грунтов на примере конкретных объектов.

Ключевые слова: инъекционные методы, укрепление грунтов, фундамент.

The wide application of injection methods of soil consolidation in underground and road construction, in the construction of industrial and civil buildings is due to the increase in strength, water resistance, resistance to erosion of the soil massif, as well as to increase its bearing capacity. The site submitted for the construction of the facility is not always suitable for carrying out works, since it can be located on weak grounds and its preliminary preparation will be required, which will lead to a rise in the cost of construction. The article analyzes the practical implementation of modern technologies for fixing soils on the example of specific objects.

Keywords: injection methods, soil consolidation, foundation.

Инъекционное укрепление грунтов технологически, а также в зависимости от сопутствующих процессов в грунте подразделяют на три вида: химические (раствор вступает в химическую реакцию с грунтом), физико-химические и термические (обжиг).

Рассмотрев различные характеристики и показатели экспериментального, аналитического опыта в сравнении нескольких способов закрепления грунтов можно сделать вывод, что наиболее эффективными являются [1–5]: двухрастворная силикатизация на основе силиката натрия и хлористого кальция при коэффициенте фильтрации грунтов 5–80 м/сут с прочностью закрепленного грунта при сжатии 2–8 МПа; цементация на основе цементных, цементно-песчаных и цементно-глинистых растворов напротив, требует не менее 80–200 м/сут в основании грунта, при более низких