

Технология и организация строительного производства

УДК 693.547.3

РАННЕЕ НАГРУЖЕНИЕ БЕТОНА В УСЛОВИЯХ РАЗЛИЧНОЙ ВЛАЖНОСТИ

С.Б. Коваль, М.В. Молодцов

EARLY LOAD OF CONCRETE IN CONDITIONS OF VARIOUS HUMIDITY

S.B. Koval, M.V. Molodtsov

Описаны экспериментальные данные по исследованию характера изменения прочности бетона в различных влажностных режимах выдерживания в сочетании с приложенной к нему внешней нагрузкой на ранних этапах набора прочности бетоном.

Ключевые слова: прочность бетона, влажность, внешняя нагрузка, интенсивность загрузки, температурно-влажностный режим, выдерживание бетона, загрузка бетона.

The experimental data on the nature of the change in the strength of concrete in various humidity modes of concrete curing in combination with the external load applied to it on early stages of strength gaining was described.

Keywords: concrete strength, humidity, external load, loading intensity, temperature-humidity conditions, concrete curing, concrete loading.

Исследования деформаций бетона при его ступенчатом нагружении с последующим длительным выдерживанием под нагрузкой показали, что максимальное сжатие бетона происходит в относительно непродолжительный период после первого нагружения [1]. Это наблюдается у бетонов в любом возрасте, независимо от его прочности в момент первого нагружения. На дальнейших этапах нагружения бетона сжимающие деформации проявляются в меньшей степени.

Большая величина деформаций бетона на первой стадии нагружения может приводить не только к уплотнению его структуры, но и, наоборот,

вызывать деструктивные процессы, приводящие к уменьшению прочности бетона.

Кроме этого, на прочность бетона существенное влияние оказывают мероприятия, связанные с уходом за бетоном в процессе его выдерживания: прогрев с избыточным порообразованием, защита от влагопотерь и дополнительное увлажнение поверхностей бетонных конструкций.

Определить возможные изменения прочности бетона в результате различных условий выдерживания в сочетании с приложенной к нему внешней нагрузкой и являлось целью эксперимента. Схема его проведения представлена на рис. 1.

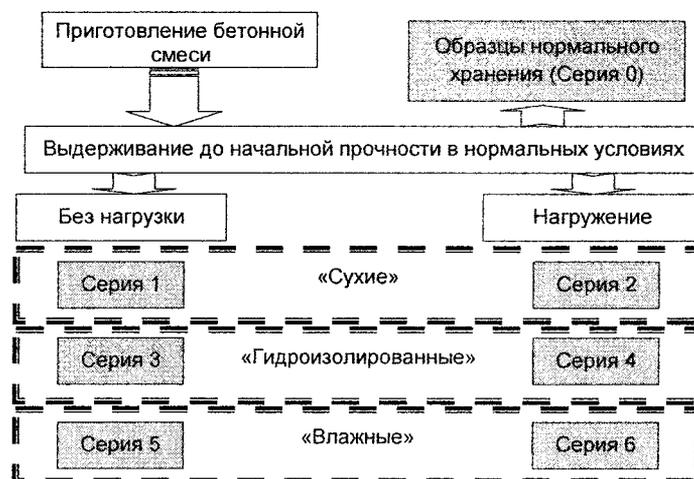


Рис. 1. Схема проведения эксперимента

Исследования проводились на бетоне класса В25, следующего состава: цемент ПЦ400 – 420 кг/м³; щебень – 1190 кг/м³; песок – 619 кг/м³; вода – 212 л/м³. После приготовления бетонной смеси изготавливались образцы-кубики 100×100×100 мм для контроля прочности бетона и образцы-призмы 100×100×300 мм для загрузки внешней нагрузкой, а также для сравнения с прочностью незагруженных образцов и сопоставления с кубиковой прочностью.

Все образцы после приготовления выдерживались в камере нормального хранения в течение двух суток в одинаковых условиях.

После этого образцы-призмы загружались постоянной внешней нагрузкой с интенсивностью $\eta = 0,4$ в помещении лаборатории кафедры «Технология строительного производства» и выдерживались в дальнейшем при одинаковой температуре, но различных режимах.

Постоянно поддерживались три различных режима, условно названные:

- «сухой» – существующий режим лаборатории;
- «гидроизолированный» – бетонные образцы-призмы были покрыты гидроизоляционным слоем, препятствующим испарению влаги из образца;
- «влажный» – при выдерживании образцов осуществлялась их постоянное дополнительное увлажнение.

Кроме этого, в таких же температурно-влажностных режимах выдерживались без нагрузки контрольные образцы-призмы и образцы-кубики.

Величина внешней приложенной нагрузки определялась по известной формуле интенсивности загрузки [2, 3]:

$$\eta = \sigma / R = 0,4 \quad (1)$$

Двухсуточная прочность бетонных образцов, находящихся в камере нормального хранения, составила: кубиков – 71 кг/см², призм – 68 кг/см².

Величина внешней нагрузки принималась по прочности образцов призм и составляла:

$$N = \sigma \cdot 10 \text{ см} \cdot 10 \text{ см} = R \cdot \eta \cdot 10 \text{ см} \cdot 10 \text{ см} = 68 \text{ кг/см}^2 \cdot 0,4 \cdot 100 \text{ см}^2 = 2720 \text{ кг}.$$

Для поддержания постоянной величины нагрузки использовались установки пружинного типа (рис. 2).



Рис. 2. Установка для создания эффекта раннего нагружения

Через пять суток после выдерживания образцов под нагрузкой в разных режимах выполнили разгрузку образцов с последующим определением их прочности на сжатие. Параллельно была определена прочность контрольных образцов, выдерживаемых без нагрузки в тех же температурно-влажностных режимах. Достоверность экспериментальных данных полученных зависимостей и выводов подтверждается достаточным количеством проведённых экспериментов, использованием поверенного оборудования и стандартных методик, применением современных методов математической обработки результатов исследований.

Прочность контрольных образцов в зависимости от условий выдерживания представлена на рис. 3.

С увеличением влажности твердения при переходе с «сухого» режима выдерживания на «гид-

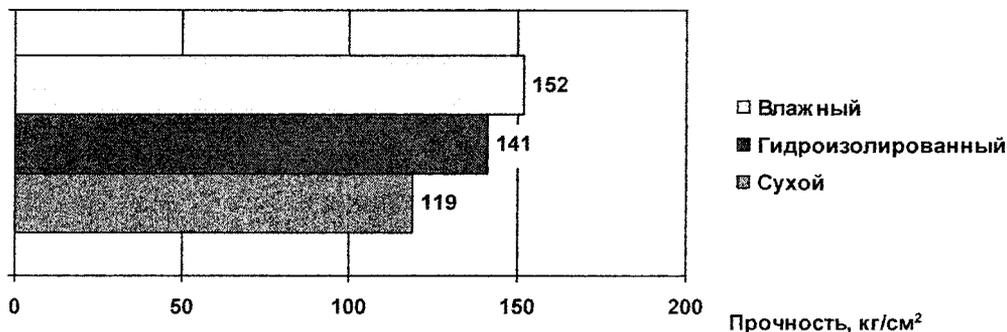


Рис. 3. Прочность контрольных образцов через 2 суток нормального твердения и последующих 5 суток выдерживания при различных режимах

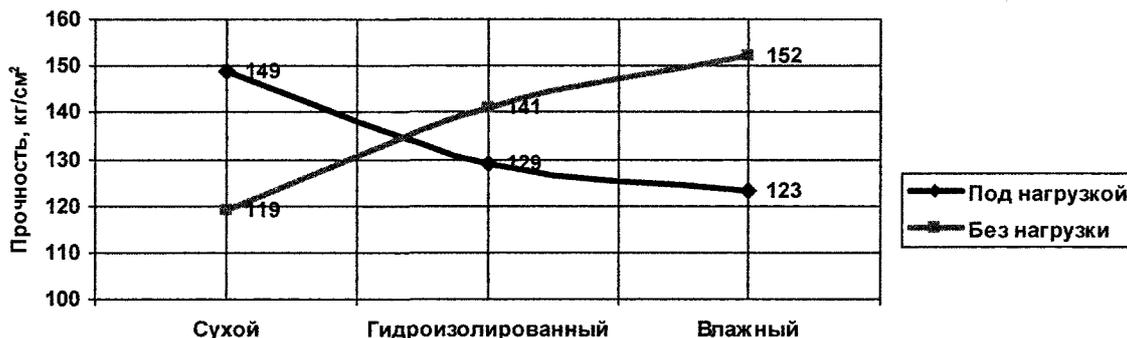


Рис. 4. Прочность бетонных образцов через 2 суток нормального твердения и последующих 5 суток выдерживания под нагрузкой и без нагрузки, твердеющих при разных режимах выдерживания

роизолированный» и «влажный» происходит увеличение прочности бетонных образцов соответственно на 22 кг/см^2 (18,5 %) и 33 кг/см^2 (27,7 %), что может объясняться более полной гидратацией вяжущего при наличии дополнительной влаги.

Влияние режима выдерживания на бетонные образцы, твердеющие под внешней нагрузкой и без нагрузки прямо противоположное (рис. 4).

При нагружении образцов внешней нагрузкой прочность бетона при «сухом» режиме выдерживания увеличилась на 30 кг/см^2 (25,2 %), что подтверждает данные о положительном влиянии метода раннего нагружения на твердение бетона, впервые определенные А.В. Саталкиным [4].

В то же время при нагружении образцов, выдерживаемых при более высокой влажности, их прочность снижается по сравнению с ненагруженными образцами при «гидроизолированном» режиме с 149 кг/см^2 до 129 кг/см^2 (или на 13,4 %), а при «влажном» до 123 кг/см^2 (на 17,4 %).

Это можно объяснить особенностями поведения жидкой составляющей под нагрузкой. Свободная избыточная вода, являясь несжимаемым материалом, под действием внешней нагрузки стремится расширяться в боковом направлении. При этом создаются усилия, растягивающие структуру бетона изнутри, приводящие к интенсивному образованию микротрещин и снижению прочности бетона [5].

Многими исследованиями доказано положительное влияние раннего нагружения на твердение бетона, в частности, увеличение прочности при длительном приложении нагрузки. Однако в начальный период нагружения может наблюдаться как увеличение, так и уменьшение прочности, величина которого зависит и от влажности выдерживания бетона. А именно, с повышением влаж-

ности наблюдается уменьшение прочности бетонных образцов.

Экспериментальные данные проведенного исследования ещё раз доказывают, что наиболее опасным для бетонных конструкций является первое загрузке, особенно если оно осуществляется на ранних стадиях твердения бетона, когда в его структуре содержится большое количество свободной, не вступившей в реакцию гидратации воды.

Таким образом, первое загрузке бетона необходимо осуществлять под более пристальным контролем, принимая меньшее значение интенсивности загрузке, или осуществлять предварительное «нулевое пригрузке» незначительными по величине нагрузками.

Литература

1. Коваль, С.Б. Кратковременные деформации бетона / С.Б. Коваль, М.В. Молодцов // Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура». – 2005. – Вып. 3. – № 8(24) – С. 75–78.
2. Головнев, С.Г. Технология зимнего бетонирования. Оптимизация параметров и выбор методов / С.Г. Головнев. – Челябинск.: Изд-во ЮУрГУ, 1999. – 156 с.
3. А.с. 1442618 СССР, Е 04 F 21/20, 1980. Способ возведения монолитных железобетонных конструкций в зимнее время / С.Г. Головнев, А.Н. Алабугин, С.Б. Коваль, Н.В. Юнусов. – № 4068852/29-33; заявл. 08.09.88; опубл. 07.12.88, Бюл. № 45. – 2 с.
4. Саталкин, А.В. Раннее нагружение бетона и железобетона в мостостроении / А.В. Саталкин, Б.А. Сенченко. – М.: Автостройиздат, 1956. – 214 с.
5. Ахвердов, И.Н. Основы физики бетона / И.Н. Ахвердов. – М.: Стройиздат, 1981. – 464 с.

Поступила в редакцию 10 февраля 2011 г.