

наблюдается рост прочности цементного камня, снижается. Максимальную величину прироста прочности f_{max}/f_0 имеют образцы из цементного теста с $V/C=0,2$. Скорость разрушения и величина значений f_n/f_0 к определенному циклу замораживания и оттаивания определяются скоростью увеличения значений λ_n/λ_0 . Чем интенсивнее происходит нарушение структуры материала $\lambda_n/\lambda_0 \rightarrow \max$, тем быстрее происходит снижение прочности f_n/f_0 при циклическом замораживании и оттаивании.

Заключение. Из анализа полученных данных следует, что при циклическом замораживании и оттаивании параллельно протекают два процесса – «конструктивный» и «деструктивный». Оба процесса оказывают влияние на характер изменения структурно-механических характеристик цементного камня. Выявленные закономерности кинетики протекания «конструктивного» и «деструктивного» процессов и их влияние на структурно-механические характеристики цементного камня позволит разработать систему прогнозирования морозостойкости базирующуюся на модели результирующего процесса.

Список цитированных источников

1. Мощанский, Н.А. Плотность и стойкость бетонов. – М.: – Госстройиздат, 1951. – 175 с.
2. Методы исследования цементного камня и бетона / Под ред. З.М. Ларионовой – М.: Изд-во литературы по строительству, 1970.
3. Пауэрс, Т. Физические свойства цементного теста и камня // Четвертый Международный конгресс по химии цемента. – М.: Стройиздат, 1964. – С. 402–438.
4. Пауэрс, Т.К. Физическая структура портландцементного теста // Химия цемента / Под ред. Х.Ф.У. Тейлора. – М.: Стройиздат, 1969.
5. Бетоны. Методы определения показателей пористости. ГОСТ 12730.4-78.
6. Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам: ГОСТ 10180-90.
7. Бетоны. Базовый метод определения морозостойкости: ГОСТ 10060.1-95.

УДК 624.113.425

ПОПРАВочНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ ДЛЯ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА МЕТОДАМИ УПРУГОГО ОТСКОКА И УДАРНОГО ИМПУЛЬСА

Корсун А.М., Ковшар С.Н., Синькевич О.С., Попова Н.В.

Введение. Производственными и научными организациями накоплен большой опыт определения прочности бетона в конструкциях неразрушающими методами. Неразрушающие методы подразделяют на:

- метод упругого отскока;
- метод ударного импульса;
- метод пластических деформаций;
- метод отрыва со скалыванием.

Данные методы основываются на определении косвенных характеристик, которые во многом зависят от условий проведения испытаний, в частности, от температуры и влажности бетона конструкции, а также для каждого конкретного испытания могут варьироваться в зависимости от класса бетона, класса поверхности, вида конструкции, используемых приборов и т.д. Как правило, неразрушающие методы контроля применяются на строительных площадках, где

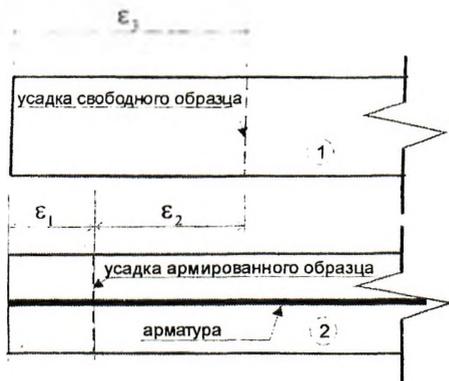


Рисунок 1 – К расчёту напряжений в бетоне при ограничивающем действии арматуры

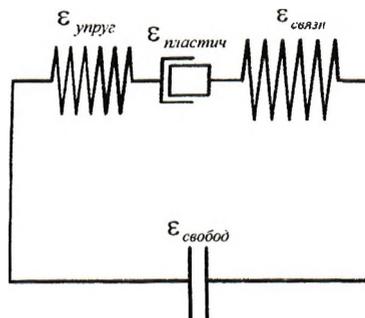


Рисунок 2 – Механическая модель развития деформаций в бетоне

где

$\epsilon_1 = \epsilon_{связи}$ – деформация в бетонном образце при наличии арматуры;

$\epsilon_2 = \epsilon_{\lambda}$ – разница деформации в образцах 2 и 3, та деформация, которую бетон армированного образца не реализует вследствие ограничения (недореализовавшаяся);

$\epsilon_3 = \epsilon_{свободное}$ – деформация в свободном образце, без арматуры.

Механизм учёта упругопластических деформаций можно представить в виде простой механической модели, см. рис. 2

Присутствие пластических деформаций в бетоне можно описать поршневой аналогией, (рис. 2). Представим деформацию ϵ_2 , как состоящую из упругой и пластической составляющей [2]

$$\epsilon_2 = \epsilon_{упруг} + \epsilon_{пластич} \quad (1.7)$$

Напряжения в бетоне будут определяться только упругой составляющей деформации. Для того, чтоб найти эту упругую составляющую, представим, что

$$\frac{\epsilon_{пластич}}{\epsilon_{упруг}} = \phi \quad (1.8)$$

тогда

$$\epsilon_{пластич} = \phi \cdot \epsilon_{упруг} \quad (1.9)$$

$$\text{формулу (1.7) можно записать, как: } \epsilon_2 = \epsilon_{упруг} (1 + \phi) \quad (1.10)$$

тогда с учётом (1.10), уравнение (1.7) перепишем в виде

$$\epsilon_{упруг} (1 + \phi) = \epsilon_{свобод} - \epsilon_{связи} \quad (1.11)$$

отсюда

$$\epsilon_{упруг} = \frac{\epsilon_{свобод} - \epsilon_{связи}}{1 + \phi} \quad (1.12)$$

так как

$$\sigma_b = \epsilon_{упруг} \cdot E_b, \quad (1.13)$$

Для каждого класса бетона были изготовлены и испытаны не менее пяти серий по три образца.

Основные образцы подвергали испытаниям в проектном (28 суток) возрасте. Для исследования влияния температуры и влажности бетона на косвенную характеристику применяли следующие режимы выдерживания образцов (таблица 2).

Образцы помещали в морозильную камеру, обеспечивающую достижение и поддержание температуры до минус $(10 \pm 2)^{\circ}\text{C}$. Образцы устанавливали в камере на сетчатый стеллаж таким образом, чтобы расстояние между ними, вышележащими стеллажами и стенками камеры было не менее 50 мм. Замораживание образцов, высушенных до постоянной массы, происходило в течение 24 часов.

Таблица 2 – Режимы выдерживания основных образцов

Режим	Условия
Температура	Замораживание бетона до минус 10°C в сухом состоянии
Влажность	Насыщение бетона водой до полного водонасыщения
	Насыщение бетона водой до водонасыщения 50% от максимального
Температура и влажность	Замораживание бетона до минус 10°C в полностью насыщенном водой состоянии
	Замораживание бетона до минус 10°C при водонасыщении 50% от максимального

Влияние влажности определялось на образцах, насыщенных водой до полного водонасыщения и подсушенных до водонасыщения 50% от максимального.

Комплексное влияние температуры и влажности определяли на образцах, замороженных при полном водонасыщении и при водонасыщении 50% от максимального.

Прочность основных образцов прибором ИПС – МГ4 определяли по методике ГОСТ 22690-88[1]. При контроле прочности неразрушающим методом образцы устанавливались на пресс, где к ним прикладывалось предварительное усилие 30 ± 5 кН. Число измерений на каждой грани образца составляло не менее пятнадцати. При вычислении среднего значения были исключены аномальные результаты.

Обработка результатов эксперимента. Поправочные коэффициенты определялись как отношение показателей основных образцов к контрольным по формуле:

$$K = \frac{f_n}{f_0}, \quad (1)$$

где f_n – среднее значение прочности основных образцов серии;

f_0 – среднее значение прочности контрольных образцов серии.

Математическая обработка полученных результатов с помощью ЭВМ позволила получить следующие зависимости:

– для определения коэффициента влияния температуры

$$K = 5 \cdot 10^{-4} f^2 - 5,4 \cdot 10^{-2} f + 2,29; \quad (2)$$

– для определения коэффициентов влияния влажности при полном водонасыщении и при водонасыщении 50% от максимального

$$1) K = -2 \cdot 10^{-3} f^2 - 1 \cdot 10^{-4} f + 1,05; \quad (3)$$

$$2) K = 2 \cdot 10^{-3} f^2 - 6,9 \cdot 10^{-1} f + 1,21; \quad (4)$$

– для определения коэффициентов влияния температуры и влажности при полном водонасыщении и при водонасыщении 50% от максимального

$$1) K = 7 \cdot 10^{-4} f^2 - 8 \cdot 10^{-2} f + 3,05; \quad (5)$$

$$2) K = 7 \cdot 10^{-4} f^2 - 7,5 \cdot 10^{-2} f + 2,89; \quad (6)$$

где f – среднее значение прочности, определенное с помощью прибора ИПС – МГ4.

Результаты эксперимента. Результаты определения коэффициента влияния температуры представлены на рис. 1.

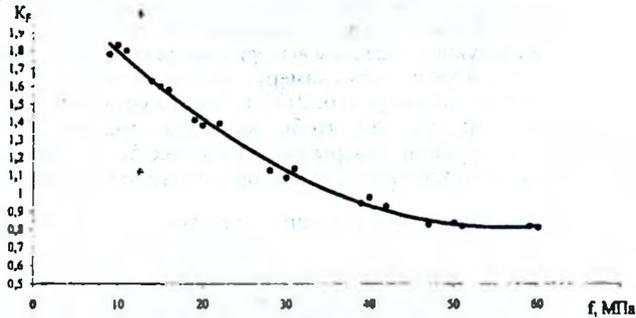


Рисунок 1 – Зависимость коэффициента влияния температуры на прочность бетона

Результаты определения коэффициента влияния влажности при полном водонасыщении и при водонасыщении 50% от максимального представлены на рис. 2.

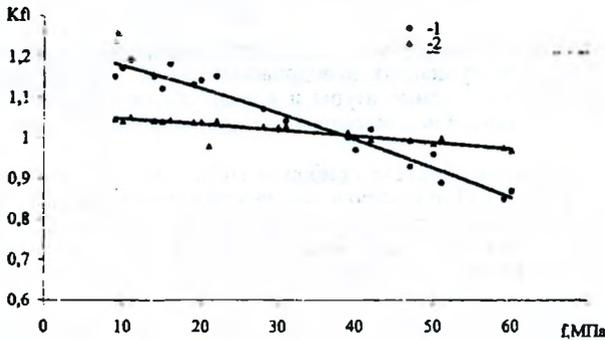


Рисунок 2 – Зависимость коэффициента влияния влажности на прочность бетона: 1 – при полном водонасыщении; 2 – при водонасыщении 50% от максимального

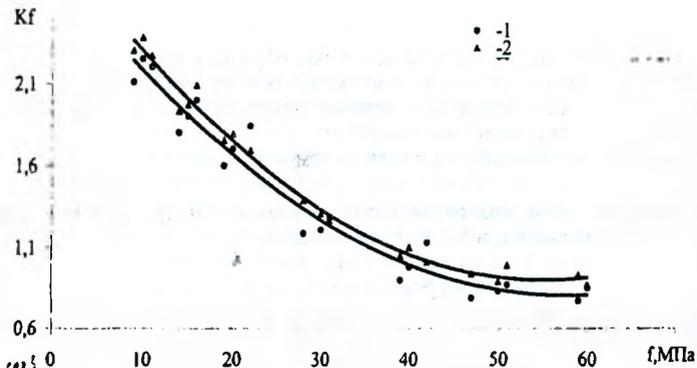


Рисунок 3 – Зависимость коэффициента комплексного влияния температуры и влажности на прочность бетона: 1 – при полном водонасыщении; 2 – при водонасыщении при 50% от максимального

Результаты определения коэффициента комплексного влияния влажности и температуры при полном водонасыщении и при водонасыщении 50% от максимального представлены на рисунке 3.

Заключение. Изучен характер влияния температуры и влажности на косвенную характеристику при оценке прочности бетона прибором ИПС – МГ4.

Исследовано одиночное и комплексное влияние данных условий на точность контроля прочности бетона. По экспериментальным данным построены графики.

Предложены расчетные зависимости для определения поправочных коэффициентов.

Список цитированных источников

1. Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля: ГОСТ 22690-88. – Введ. 01.01.91. – Москва: Государственный строительный комитет СССР: Научно исследовательский институт бетона и железобетона (НИИЖБ) Госстроя СССР, 1988. – 25 с.

2. Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам: ГОСТ 10180-90 – Введ. 01.01.91 – Москва: Государственный строительный комитет СССР: Научно-исследовательский проектно-конструкторский и технологический институт бетона и железобетона (НИИЖБ) Госстроя СССР, 1989. – 44 с