

ЭФФЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ МОРОЗОСТОЙКОСТИ БЕТОНА

Введение

Долговечность бетонных конструкций – это способность сохранять эксплуатационные качества в течение требуемого периода. Исходя из условий эксплуатации и обеспечения долговечности здания или сооружения, в проекте указываются, помимо прочности бетона, параметры долговечности, важнейшим из которых является морозостойкость. Весьма важно обеспечить морозостойкость бетона конструкций и изделий особенно в условиях частого перепада температур. Сотни тысяч конструкций из бетона и железобетона находятся на открытом воздухе, увлажняются при действии природных факторов, подвергаются замораживанию и оттаиванию. Конструкции из неморозостойкого бетона со временем теряют несущую способность, подвергаются поверхностному износу и получают различного рода повреждения. Морозные повреждения защитного слоя бетона, который работает в особенно жестких условиях, увеличивают его проницаемость и ухудшают защитные свойства по отношению к арматуре. Ремонт изделий из бетона трудоемок, не всегда возможен демонтаж, поэтому необходимо проектировать состав бетона, обеспечивая требуемый класс по морозостойкости.

Стандартные методы оценки морозостойкости

Согласно ГОСТ 10060-95 «Бетоны. Методы определения морозостойкости» бетоны по качественным показателям морозостойкости делят на два вида: бетоны для дорожных и аэродромных покрытий и остальные виды бетонов. Последние испытывают на морозостойкость путем циклического замораживания и оттаивания в воде (I базовый метод). Бетоны же аэродромных и дорожных покрытий, как эксплуатируемые в более суровых условиях, в этом стандарте предложено испытывать на переменное замораживание-оттаивание в растворе соли по так называемому II базовому методу. Независимо от принятого метода испытаний стандартный алгоритм оценки морозостойкости следующий.

По показателю прочности подбирается бетон возводимой или изготавливаемой конструкции, который на основании общих соображений должен также удовлетворять требованиям по морозостойкости. На лабораторных образцах из этого бетона, изготавливаемых и испытываемых по стандартной методике, определяется (проверяется) марка бетона по морозостойкости. При положительном результате испытания, если средняя потеря прочности не превышает нормируемого значения, номинальный состав бетона передается на производство, где он воспроизводится в заводских или построечных условиях и укладывается в конструкцию.

Альтернативные методы оценки морозостойкости

К альтернативным можно отнести метод определения морозостойкости через коэффициент объемного распределения пор L [1].

Данный коэффициент характеризует максимальное расстояние произвольной точки, выбранной в массиве цементного камня от ближайшего воздушного пузырька. Величина $L \leq 0,18$ мм гарантирует весьма высокий уровень морозостойкости бетона, $L \leq 0,28$ мм гарантирует морозостойкость бетонов, замерзающих в контакте с водой без соли. Критерий L применим к бетонным смесям с $V/C = 0,38 \dots 0,5$.

Метод, основанный на применении коэффициента L , изложен в американском стандарте ASTM C 457. В основе метода положено допущение, что все поры имеют одинаковые размеры и распределены в структуре равномерно. Измерения выполняют на пробах бетона при помощи оптического микроскопа и специального измерительного столика, позволяющего перемещать образец в двух перпендикулярных направлениях. Изменяя видимые геометрические размеры пор, делают выводы об их объемных характеристиках. Согласно ASTM C 457 коэффициент L может быть рассчитан двумя способами: линейным и точечным. Линейный метод: изображение «расчерчивают» параллельными линиями, находящимися на расстоянии около 4,5 мм (рис. 1). Точечный метод: используется разметка изображения точками, находящимися на расстоянии около 0,75 мм друг от друга. Размеры (площадь) образца зависят от наибольшей крупности заполнителя. ASTM C 457 регламентирует требования к минимальному размеру исследуемой области бетона, к минимальному количеству линий L и числу точек S .

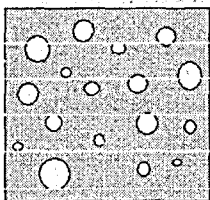


Рисунок 1 – Схема обработки изображения для расчета параметров пористости и оценки морозостойкости бетона

Определение коэффициента L выполняют в следующей последовательности.

По результатам осмотра получают информацию об общем количестве пор, суммарной длине линий на поверхности пробы, суммарной длине линий, пересекающих поры, суммарной длине линий, проходящих по цементному камню. Если метод точечный, данными для расчета параметров пористости являются: сумма точек, сумма точек в пределах пор, сумма точек в пределах цементного камня, расстояние между точками.

На основании этих данных рассчитывается общая пористость цементного камня, как отношение суммарной длины линий (количества точек), находящихся в пределах пор, к общей длине линий (количеству точек).

В итоге, в зависимости от соотношения объема цементного камня и объема пор по стандартным зависимостям рассчитывается коэффициент L .

Особого внимания в графическом методе оценки пористости заслуживает методика подготовки образцов для получения изображений. Основываясь на личном опыте, можем констатировать, что точность получаемых результатов сильно зависит от качества поверхности исследуемого образца. Для получения четкого изображения необходимо иметь тщательно подготовленный шлиф с открытыми порами, не нарушенными в процессе механической обработки. Для этого образец бетона перед спилом и шлифовкой следует пропитать эпоксидной смолой, что позволит надежно зафиксировать структуру цементного камня и предотвратить ее разрушение при получении спила и последующей шлифовке.

Анализ эффективности методов

Стандартные методы оценки морозостойкости бетона позволяют определять морозостойкость зрелых бетонов, однако они сложны для разработки на их основе требований к оптимальным с точки зрения морозостойкости структурам. Также они малоэффективны

для формулировки основных положений методики расчета морозостойких бетонов. А это немаловажно. Так, на сегодняшний день важнейшей задачей является обеспечение долговечности конструкций еще на стадии проектирования с учетом проектного срока службы конструкций. Развитие этого подхода позволит избежать не только преждевременного выхода конструкций из строя и лишних затрат на ремонт бетона, но и необоснованных запасов по эксплуатационным свойствам там, где это не нужно.

Известно, что для обеспечения морозостойкости бетона необходимо сформировать совершенно определенную структуру пористости, которая будет обладать незначительной склонностью к капиллярному подосу и будет иметь достаточно пространства для гашения гидростатического давления воды, отжимаемой при ее последовательном замерзании в направлении от крупных пор к мелким [1–3]. Решение этой задачи может быть реализовано при помощи воздухововлекающих добавок. Вовлеченный воздух находится в структуре в виде сферических пор определенного размера. Такие поры разбивают сеть капиллярных каналов и, тем самым, предотвращают заполнение пор водой за счет капиллярных сил.

Заключение

Метод обработки изображений является более эффективным методом оценки морозостойкости, однако он требует профессионального оборудования, что затрудняет его развитие. Такие методы, основанные на изучении структуры материала, могут сыграть значительную роль в разработке научно-обоснованного алгоритма проектирования морозостойкости бетонов. Этой задаче мы планируем посвятить наши дальнейшие исследования.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Рамачандран, В.С. Добавки в бетон: справочное пособие / В.С. Рамачандран, Р.Ф. Фельдман, М. Коллепарди [и др.]; пер. с англ. Т.И. Розенберг и С.А. Болдырева. – М.: Стройиздат, 1988. – 575 с.
2. Леонович, С.Н. Прочность конструкционных бетонов при циклическом замораживании-оттаивании с позиций механики разрушения // Брест: Издат. БрГТУ, 2006. – 380 с.
3. Малышев А.В. Старостин Е.Г., Степанов А.В., Тимофеев А.Н. Фазовый состав воды в бетонах с противоморозными добавками // Проблемы современного бетона и железобетона: материалы Международного симпозиума, Минск, 27–29 ноября 2009 г.: в 2 ч. – Минск, 2009. – Ч. 2. – С. 255–263.

УДК 624.012.3:62017

Савощенко А.В.

Научный руководитель: доц. Бранцевич В.П.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ ПОВТОРЯЮЩЕЙСЯ НАГРУЗКИ НА ДЕФОРМАЦИИ И ШИРИНУ РАСКРЫТИЯ ТРЕЩИН В ОБЫЧНЫХ И ПРЕДНАПРЯЖЕННЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ БАЛКАХ

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 подвергающихся действию такого рода циклических нагружений.

ЭФФЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ МОРОЗОСТОЙКОСТИ БЕТОНА

Введение

Долговечность бетонных конструкций – это способность сохранять эксплуатационные качества в течение требуемого периода. Исходя из условий эксплуатации и обеспечения долговечности здания или сооружения, в проекте указываются, помимо прочности бетона, параметры долговечности, важнейшим из которых является морозостойкость. Весьма важно обеспечить морозостойкость бетона конструкций и изделий особенно в условиях частого перепада температур. Сотни тысяч конструкций из бетона и железобетона находятся на открытом воздухе, увлажняются при действии природных факторов, подвергаются замораживанию и оттаиванию. Конструкции из неморозостойкого бетона со временем теряют несущую способность, подвергаются поверхностному износу и получают различного рода повреждения. Морозные повреждения защитного слоя бетона, который работает в особенно жестких условиях, увеличивают его проницаемость и ухудшают защитные свойства по отношению к арматуре. Ремонт изделий из бетона трудоемок, не всегда возможен демонтаж, поэтому необходимо проектировать состав бетона, обеспечивая требуемый класс по морозостойкости.

Стандартные методы оценки морозостойкости

Согласно ГОСТ 10060-95 «Бетоны. Методы определения морозостойкости» бетоны по качественным показателям морозостойкости делят на два вида: бетоны для дорожных и аэродромных покрытий и остальные виды бетонов. Последние испытывают на морозостойкость путем циклического замораживания и оттаивания в воде (I базовый метод). Бетоны же аэродромных и дорожных покрытий, как эксплуатируемые в более суровых условиях, в этом стандарте предложено испытывать на переменное замораживание-оттаивание в растворе соли по так называемому II базовому методу. Независимо от принятого метода испытаний стандартный алгоритм оценки морозостойкости следующий.

По показателю прочности подбирается бетон возводимой или изготавливаемой конструкции, который на основании общих соображений должен также удовлетворять требованиям по морозостойкости. На лабораторных образцах из этого бетона, изготавливаемых и испытываемых по стандартной методике, определяется (проверяется) марка бетона по морозостойкости. При положительном результате испытания, если средняя потеря прочности не превышает нормируемого значения, номинальный состав бетона передается на производство, где он воспроизводится в заводских или построечных условиях и укладывается в конструкцию.

Альтернативные методы оценки морозостойкости

К альтернативным можно отнести метод определения морозостойкости через коэффициент объемного распределения пор L [1].

Данный коэффициент характеризует максимальное расстояние произвольной точки, выбранной в массиве цементного камня от ближайшего воздушного пузырька. Величина $L \leq 0,18$ мм гарантирует весьма высокий уровень морозостойкости бетона, $L \leq 0,28$ мм гарантирует морозостойкость бетонов, замерзающих в контакте с водой без соли. Критерий L применим к бетонным смесям с $V/C = 0,38 \dots 0,5$.

Метод, основанный на применении коэффициента L , изложен в американском стандарте ASTM C 457. В основе метода положено допущение, что все поры имеют одинаковые размеры и распределены в структуре равномерно. Измерения выполняют на пробах бетона при помощи оптического микроскопа и специального измерительного столика, позволяющего перемещать образец в двух перпендикулярных направлениях. Изменяя видимые геометрические размеры пор, делают выводы об их объемных характеристиках. Согласно ASTM C 457 коэффициент L может быть рассчитан двумя способами: линейным и точечным. Линейный метод: изображение «расчерчивают» параллельными линиями, находящимися на расстоянии около 4,5 мм (рис. 1). Точечный метод: используется разметка изображения точками, находящимися на расстоянии около 0,75 мм друг от друга. Размеры (площадь) образца зависят от наибольшей крупности заполнителя. ASTM C 457 регламентирует требования к минимальному размеру исследуемой области бетона, к минимальному количеству линий L и числу точек S .

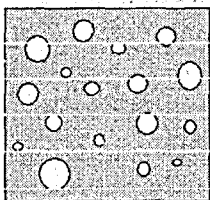


Рисунок 1 – Схема обработки изображения для расчета параметров пористости и оценки морозостойкости бетона

Определение коэффициента L выполняют в следующей последовательности.

По результатам осмотра получают информацию об общем количестве пор, суммарной длине линий на поверхности пробы, суммарной длине линий, пересекающих поры, суммарной длине линий, проходящих по цементному камню. Если метод точечный, данными для расчета параметров пористости являются: сумма точек, сумма точек в пределах пор, сумма точек в пределах цементного камня, расстояние между точками.

На основании этих данных рассчитывается общая пористость цементного камня, как отношение суммарной длины линий (количества точек), находящихся в пределах пор, к общей длине линий (количеству точек).

В итоге, в зависимости от соотношения объема цементного камня и объема пор по стандартным зависимостям рассчитывается коэффициент L .

Особого внимания в графическом методе оценки пористости заслуживает методика подготовки образцов для получения изображений. Основываясь на личном опыте, можем констатировать, что точность получаемых результатов сильно зависит от качества поверхности исследуемого образца. Для получения четкого изображения необходимо иметь тщательно подготовленный шлиф с открытыми порами, не нарушенными в процессе механической обработки. Для этого образец бетона перед спилом и шлифовкой следует пропитать эпоксидной смолой, что позволит надежно зафиксировать структуру цементного камня и предотвратить ее разрушение при получении спила и последующей шлифовке.

Анализ эффективности методов

Стандартные методы оценки морозостойкости бетона позволяют определять морозостойкость зрелых бетонов, однако они сложны для разработки на их основе требований к оптимальным с точки зрения морозостойкости структурам. Также они малоэффективны

для формулировки основных положений методики расчета морозостойких бетонов. А это немаловажно. Так, на сегодняшний день важнейшей задачей является обеспечение долговечности конструкций еще на стадии проектирования с учетом проектного срока службы конструкций. Развитие этого подхода позволит избежать не только преждевременного выхода конструкций из строя и лишних затрат на ремонт бетона, но и необоснованных запасов по эксплуатационным свойствам там, где это не нужно.

Известно, что для обеспечения морозостойкости бетона необходимо сформировать совершенно определенную структуру пористости, которая будет обладать незначительной склонностью к капиллярному подосу и будет иметь достаточно пространства для гашения гидростатического давления воды, отжимаемой при ее последовательном замерзании в направлении от крупных пор к мелким [1–3]. Решение этой задачи может быть реализовано при помощи воздухововлекающих добавок. Вовлеченный воздух находится в структуре в виде сферических пор определенного размера. Такие поры разбивают сеть капиллярных каналов и, тем самым, предотвращают заполнение пор водой за счет капиллярных сил.

Заключение

Метод обработки изображений является более эффективным методом оценки морозостойкости, однако он требует профессионального оборудования, что затрудняет его развитие. Такие методы, основанные на изучении структуры материала, могут сыграть значительную роль в разработке научно-обоснованного алгоритма проектирования морозостойкости бетонов. Этой задаче мы планируем посвятить наши дальнейшие исследования.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Рамачандран, В.С. Добавки в бетон: справочное пособие / В.С. Рамачандран, Р.Ф. Фельдман, М. Коллепарди [и др.]; пер. с англ. Т.И. Розенберг и С.А. Болдырева. – М.: Стройиздат, 1988. – 575 с.
2. Леонович, С.Н. Прочность конструкционных бетонов при циклическом замораживании-оттаивании с позиций механики разрушения // Брест: Издат. БрГТУ, 2006. – 380 с.
3. Малышев А.В. Старостин Е.Г., Степанов А.В., Тимофеев А.Н. Фазовый состав воды в бетонах с противоморозными добавками // Проблемы современного бетона и железобетона: материалы Международного симпозиума, Минск, 27–29 ноября 2009 г.: в 2 ч. – Минск, 2009. – Ч. 2. – С. 255–263.

УДК 624.012.3:62017

Савощенко А.В.

Научный руководитель: доц. Бранцевич В.П.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ ПОВТОРЯЮЩЕЙСЯ НАГРУЗКИ НА ДЕФОРМАЦИИ И ШИРИНУ РАСКРЫТИЯ ТРЕЩИН В ОБЫЧНЫХ И ПРЕДНАПРЯЖЕННЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ БАЛКАХ

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 подвергающихся действию такого рода циклических нагружений.