

УДК 693.547.3:620.193.2

ПРИЧИНЫ РАННЕГО РАЗРУШЕНИЯ ПЛИТЫ В СЛУЧАЕ ЗИМНЕГО БЕТОНИРОВАНИЯ

Довгань И.В., Жудина В.И., Маковецкая Е.А. (Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса)

В работе рассмотрен случай растрескивания железобетонной плиты и появление на ней высолов через несколько дней после производства бетонирования при отрицательной наружной температуре. Определен химический состав высола и обсуждаются причины растрескивания плиты.

В случае бетонирования в зимнее время на конечную прочность изделия влияет ряд факторов. Во-первых, температура наружного воздуха способствует образованию льда в порах бетона. Основная масса льда в бетоне образуется при понижении температуры до -5°C . Замерзает вода, содержащаяся в макропорах. Объем льда на 9% больше объема воды, поэтому в макропорах возникают растягивающие напряжения. Кроме этого, вода, занимающая капиллярные поры, не может полностью превратиться в лед из-за отсутствия необходимого пространства и поэтому возникает гидростатическое давление. В капиллярных порах вода замерзает примерно при -15°C [1]. Во-вторых, при температурах ниже 0°C гидратация цемента протекает с малой интенсивностью, а при -10°C практически прекращается. При температуре -5°C бетон за 28 суток набирает не более 8% прочности набираемой в нормальных условиях. В-третьих, понижение температуры способствует также росту напряжений в структуре бетона из-за неодинаковых коэффициентов линейного расширения его компонентов. Чтобы уменьшить отрицательное воздействие низких температур на бетон, необходимо его выдержать некоторое время до замораживания. Это время (обычно 1-3 суток) зависит от марки цемента, температуры и т.д. Твердение бетона в течение необходимого срока до замораживания обеспечивается за счет выделения собственного тепла при гидролизе и гидратации мономеров цемента и при дополнительной подаче тепла извне.

Эффективным способом обеспечения твердения бетона при отрицательных температурах является введение добавок-электролитов. До-

бавки проявляют антифризные свойства, ускоряют процесс твердения цемента, вызывают дополнительное тепловыделение и т.п. Например, при введении 1-7% хлорида кальция в воду затворения температура замерзания снижается на $0,4-3,4^{\circ}\text{C}$. Количество применяемой добавки колеблется обычно от 3 до 10% и более от массы цемента, чтобы добиться набора критической прочности (не менее 50% проектной прочности) до замерзания бетона [2].

В данной работе рассматриваются причины растрескивания железобетонной плиты на стройплощадке складского комплекса порта Южный и появления высолов на плите. Бетонирование производилось при температуре наружного воздуха -6°C . По технологии требовалось после бетонирования железной арматуры укрыть плиту теплоизоляционным материалом и применить электродный прогрев извне. Растрескивание плиты обнаружили через семь дней после снятия укрывающей плиту материала. Вероятнее всего это свидетельство нарушения технологии поддержания положительной температуры в бетоне, что привело к появлению льда и гидростатического давления в порах материала. Этому могло способствовать также большое водосодержание в бетонной массе.

Для выявления причин коррозии бетона провели химический анализ водной вытяжки измельченных образцов бетона и отделенного от крупного заполнителя цементного камня [3]. Определяли содержание хлоридов, сульфатов и рН среды. Для цементного камня получили также солянокислую вытяжку и определили содержание в ней сульфат-иона. Установили, что содержание хлоридов и сульфатов в бетоне и цементном камне незначительно. Среда водных вытяжек щелочная, рН 9,63 и 8,83. Таким образом, сульфатная коррозия и коррозия, связанная с содержанием хлоридов исключается.

Проведен химический анализ высола. Для этого приготовлена водная вытяжка. Результаты определения ионов в водной вытяжке, а также рассчитанное количество анионов и катионов в высоле приведено в таблице. рН водной вытяжки 9,73.

Так как основные соли в продуктах коррозии - карбонаты и гидрокарбонаты, а среда раствора щелочная, то при отсутствии солей жесткости это могут быть только растворимые соли щелочных металлов. Из солей натрия используют хлориды, нитраты и нитриты, количество последних анионов в высоле незначительно. Поташ часто используется в практике зимнего бетонирования. Эта добавка способствует ускорению процессов схватывания и твердения цементов и обладает антифризными свойствами. Применение противоморозных добавок, в том числе поташа, снижает скорость набора прочности бетоном. Так, при

температуре -5°C через 7 суток бетон с добавкой поташа набирает только 50% марочной прочности, через 28 суток – 75% и только через 90 суток достигается марочная прочность.

Таблица. Результаты анализа высола

Показатели	Содержание ионов		
	в водной вытяжке		в высоле
	мг/дм ³	мг-экв/дм ³	%
Cl ⁻	25	0,7	1,08
SO ₄ ²⁻	20	0,4	0,87
CO ₃ ²⁻	588	9,8	25,45
HCO ₃ ⁻	585,6	9,6	25,35
Ca ²⁺	16	0,8	0,69
Mg ²⁺	-	-	-
K ⁺ +Na ⁺ рас- четное	453,1	19,7	19,6

По результатам исследования сделаны следующие **выводы**:

- Раннее растрескивание плиты может быть связано, во-первых, с нарушением технологии твердения бетона при отрицательных температурах окружающей среды (например, прогрев электродами прекращен раньше положенного срока), и, во-вторых, образованием кристаллогидрата углекислого калия в порах бетона. Последнее, как и образование льда в порах, создает растягивающее напряжение в бетоне.

- Высолы на бетоне являются углекислым калием, который, видимо, использовался как противоморозная добавка. В процессе испарения вода затвердения продвигалась к поверхности плиты вместе с углекислым калием, что привело к появлению на плите белого налета (высола).

- Бетонирование при отрицательных температурах наружного воздуха требует строгого соблюдения рекомендуемой технологии процесса.

Литература

1. Большаков В.И., Дворкин Л.И. Строительное материаловедение. - Днепропетровск: РВА «Дніпро-VAL», 2004. - 678с.
2. Дворкин Л.И., Дворкин О.Л. Основы бетонирования.- Санкт-Петербург: ООО «Строй-Бетон», 2006. - 690с.
3. Курбатова И.И. Современные методы химического анализа строительных материалов. - М.: Стройиздат, 1972. - 160с.