

Таким чином, уведення добавки «ЖОСН», а ще більше добавка «ЖОСН-К» знижує втрату рухливості бетонною сумішшю, як при позитивній температурі, так і при її охолодженні. Це пояснюється тим, що компоненти добавки «ЖОСН-К» переводять воду у зв'язаний стан, що зменшує вплив на її властивості температури.

Очевидно, що дана добавка «ЖОСН-К» як і відома добавка «ЖОСН», на відміну від відомої протиморозної добавки - хлористого кальцію, гальмує гідратацію мінералів портландцементу в початкові терміни, що також сприяє уповільненню втрати рухливості бетонною сумішшю.

Обробка результатів експериментів дозволила одержати математичну модель зміни легкоукладності бетонної суміші в часі

$$G = G_0(1 - 0.266 \cdot \tau + 0.01 \cdot \tau^2) \quad (3)$$

де τ і t - відповідно «вік» і температура бетонної суміші,

G_0 - показник легкоукладності бетонної суміші при температурі $(18 \pm 2)^\circ$ відразу після її готування.

Висновки

Встановлено, що модифікація портландцементу комплексною добавкою, що представляє собою систему «залізовмісна речовина – натрова сіль карбоксиметилцелюлози - силікат натрію» призводить до зменшення впливу на властивості бетонної суміші негативних і знакозмінних температур за рахунок підвищення ступеню переведення води у зв'язаний стан. Отримано математичні моделі легкоукладності бетонної суміші і її зміни в залежності від віку суміші й температури навколишнього середовища, що дозволяють оптимізувати її склад.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Композиционные строительные материалы и конструкции пониженной материалоемкости / В.И. Соломатов, В.Н. Выровой, В.С. Дорофеев, А.В. Сиренко. – К. : Будивзльник, 1991. – 144 с.
2. Баженов Ю.М. Технология бетона. М.:Высш.шк.,1978.-449 с.
3. Шишкин А.А. Специальные бетоны для усиления строительных конструкций, эксплуатирующихся в условиях действия агрессивных сред. Дис..... докт. техн. наук. Кривой Рог, 2003.-356 с.
4. Кривенко П.В., Пушкарёва К.К., Кочевих М.О. Заповнювачі для бетону: Підручник. – К.: ФАДА ЛТД, 2001. – 399 с.
5. Виноградов Б.Н. Влияние заполнителя на свойства бетона. М.: Стройиздат, 1979.-223 с.
6. Миронов С.А. Теория и методы зимнего бетонирования. – М.: Стройиздат, 1975. – 700 с.
7. Сизов В.Н. Строительные работы в зимних условиях. – М.: Гостройиздат, 1951. – 512 с.
8. Шишкин А.А. Поле составов бетона // Сб. научн. тр.: Строительство.

Материаловедение. Машиностроение, Вып. № 14- Дн-ск: ПГАСА, 2001 С. 23-28.

9. Пунагин В.Н., Годованников А.М. Исследование реологических свойств бетонов и растворов //Труды ТИИИМСХ. – Вып. 94. – 1987. – С. 111-115.
10. Мельниченко Н.П. Властивості і технологія бетону на модифікованому залізом цементі в умовах зимового бетонування: Дис. ... канд. техн. наук: 05.23.05. –Кривий Ріг, 2005. – 164 с.

УДК 620.179.16

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ЗАПОЛНЕНИЯ ТРЕЩИН В БЕТОНЕ С ПОМОЩЬЮ УЛЬТРАЗВУКА

В.П.Глуховский, инж.

Государственный научно-исследовательский институт строительных конструкций, г.Киев

К основным видам акустической дефектоскопии бетона относятся методы прошедшего излучения, основанные на регистрации изменений параметров упругих волн при наличии дефекта на пути их распространения, т.е. теневые методы и эхо-методы, основанные на регистрации и анализе отражений от дефектов. В них используется импульсное возбуждение упругих волн. Условием выявления дефектов является их плоскостная ориентация относительно фронта упругих импульсов возбуждения. Теневые методы (особенно временной) достаточно хорошо изучены в ультразвуковом диапазоне частот с использованием продольных волн, которые в основном формируют передний фронт прошедших через исследуемый материал импульсов. Теневые методы основаны на законах геометрической (лучевой) акустики, где распространение ультразвука в средах рассматривается как совокупность лучей, вдоль которых распространяется звуковая энергия. На участке с дефектом вследствие огибания лучом неоднородности (трещины, раковины и т.д.) увеличивается время распространения ультразвука, а также изменяется амплитуда и спектральный состав прошедшего эту неоднородность импульса [1].

Реализация ультразвукового временного метода выполняется:

- способом сквозного прозвучивания при двухстороннем доступе к конструкциям;

- способом поверхностного прозвучивания при одностороннем доступе (с использованием устройств с акустическими насадками, обеспечивающих точечный контакт с бетоном).

Тщательная обработка метода позволяет его эффективно использовать для определения глубины поверхностных трещин в бетоне. При этом должны учитываться существующие ограничения по разрешающей способности поверхностного способа прозвучивания (максимальная расчетная глубина трещин с их раскрытием от 0,03 мм составляет 15 - 20 см). Ограничения, связанные с предельной чувствительностью серийных приборов и конструктивными

решениями устройств с акустическими насадками, требуют в практических работах, при наличии двухстороннего доступа к конструкциям, выполнения измерений двумя способами. Способ сквозного прозвучивания в свою очередь имеет ограничения по базам прозвучивания (1,5 - 2 м), что связано с чувствительностью, уменьшающейся прямопропорционально увеличению толщины конструкции [2]. Возможности дальнейшего совершенствования ультразвуковых теневых методов в основном исчерпаны, что определяет поиск их эффективного применения в рамках реальных диапазонов измерений. В качестве такого применения ультразвукового временного метода рассматривается возможность контроля качества заполнения трещин при ремонте конструкций.

Отсутствие стандартизованных методик неразрушающего контроля качества заделки трещин в бетоне, а также информации по этому направлению, потребовали проведения специальных исследований, задачами которых являлось:

- обоснование выбора информативного параметра и установление численных соотношений между глубиной заполнения трещин и его величиной;
- установление критериев для оценки глубины и непрерывности заполнения трещин;
- выбор технических средств и отработка методики контроля с проверкой ее эффективности в производственных условиях.

В качестве возможных информативных параметров были изучены: амплитуда прошедшего импульса (ее ослабление); спектр импульса (его изменение); время (диапазон) распространения сигнала от излучателя к приемнику.

Амплитуда и спектр прошедшего импульса были признаны неэффективными параметрами вследствие сложностей в обеспечении постоянства акустического контакта при выполнении измерений в производственных условиях и установлении численных критериев оценки качества заполнения трещин. Наиболее приемлемым информативным параметром для оценки качества заполнения трещин, по сравнению с остальными, было определено время распространения ультразвука от излучателя к приемнику, которое в данном случае является интегральной характеристикой ультразвукового сигнала. Данное предположение основано на изменении ширины «звукового мостика» (глубины заполнения трещины) и происходящих при этом изменениях амплитудных и спектральных составляющих принятого сигнала, которые в свою очередь будут отражаться и на времени распространения ультразвука при условии его измерения в режиме максимального усиления.

Регистрация данного информативного параметра выполнялась серийным ультразвуковым прибором УК-14ПМ с устройством для поверхностного прозвучивания (УПП). Прибор обеспечивал измерение времени распространения ультразвука с относительной погрешностью, не превышающей $\pm 1,5\%$. В качестве строительного ремонтного материала исследовалось минеральное вяжущее вещество Spinor A12, состоящее из композиции тонкомолотого цемента и шлака.

Экспериментальные исследования по определению границ диапазона времени распространения ультразвука и установлению численного значения его приращения при полном заполнении трещин ремонтным материалом выполнялись на образцах-кубах (12 шт.) и цилиндрических образцах (12 шт.), расколотых пополам и склеенных по всей разрушенной плоскости материалом Spinor A12. Исследования по установлению численных соотношений между значениями информативного параметра и глубиной заполнения трещин выполнялись на склеенных вдоль одной грани образцах-кубах. Склеивающие материалы (гипс, гипс с клеем ПВА, двухсторонняя клейкая лента («скотч»)) равномерно по глубине наносились на соприкасающиеся поверхности образцов. Глубина заполнения трещин моделировалась в диапазоне от 3 мм до 56 мм. После высыхания склеивающего материала через заполненную трещину измерялось время распространения ультразвука и определялось его относительное приращение $\Theta_{ин}$:

$$\Theta_{ин} = 100 (t_{нд} - t_{п.}) / t_{п.} [\%], \quad (1)$$

где $t_{п.}$, $t_{нд}$ – время распространения ультразвука, измеренное способом поверхностного прозвучивания, соответственно на бездефектных участках и при прозвучивании через заполненную трещину.

По полученным статистическим данным (коэффициент корреляции между глубиной склеивающего слоя и значением информативного параметра составлял 0,79), по методу наименьших квадратов, было установлено уравнение регрессии (рис.1) логарифмического вида:

$$H = 44,4921 - 25,54 \text{Log } \Theta_{ин}, \quad (2)$$

где H – глубина склеивающего слоя в мм.

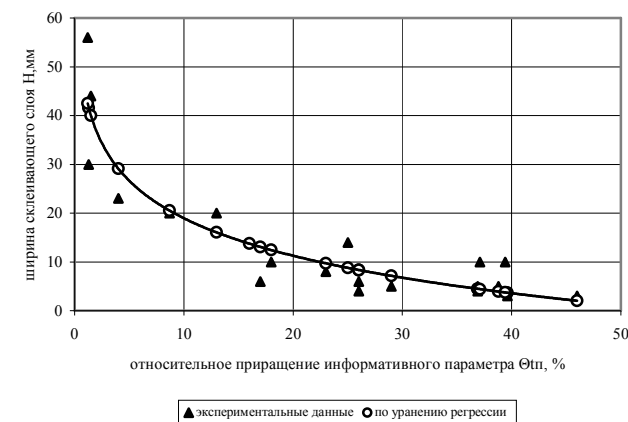


Рис. 1. Статистические данные и линия регрессии «относительное приращение информативного параметра - глубина склеивающего слоя»

С учетом установленного максимального относительного приращения времени распространения ультразвука при полном заполнении трещины (3,4%), которое по уравнению регрессии соответствует глубине 31 мм (с округлением 30 мм), чувствительность метода ограничивается этой глубиной заполнения. Установленные ограничения по чувствительности не должны быть препятствием для практического использования методики, поскольку основное назначения ремонтного материала - защита арматуры от коррозии, что вполне обеспечивается при такой глубине заполнения трещин.

По результатам исследований в качестве критерия полного поверхностного заполнения трещин было принято условие:

$$t_{\text{плд}} \leq (t_n + S) + \Delta t_n \text{ [мкс]}, \quad (3)$$

где S – среднеквадратическое отклонение времени распространения ультразвука на бездефектных участках; Δt_n – экспериментально установленное максимальное приращение времени распространения ультразвука при полном заполнении трещины материалом Spinog A12.

В случае превышения информативным параметром критерия полного заполнения, расчет фактической глубины заделки трещин может быть выполнен по установленному уравнению регрессии (2).

Для экспериментальной проверки достоверности принятых критериев, использовались железобетонные балки прямоугольного сечения, в которых под нагрузкой моделировались трещины с шириной раскрытия от 0,1 мм до 0,3 мм. После заполнения трещин материалом Spinog A12 производились измерения с использованием ультразвука для оценки глубины их заделки. Сравнение расчетных значений с результатами визуального освидетельствования опытных балок, разрушенных в местах заделки трещин, подтвердил достоверность оценки качества заполнения трещин ультразвуковым методом. Сравнительные расчетные и фактические значения глубины заполнения трещин по нижним граням балок приведены в таблице 1.

Т а б л и ц а 1

Сравнение расчетной и фактической глубины заполнения трещин по нижним граням балок материалом Spinog A12

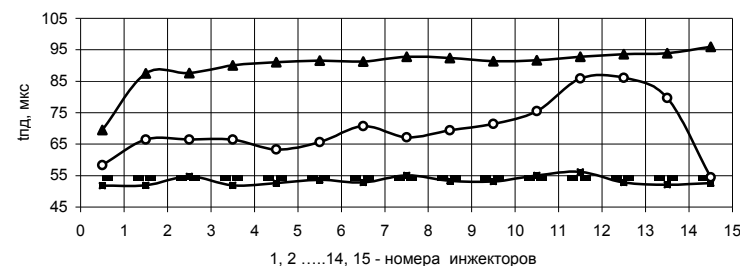
Номер опытной балки	Номер трещины	Глубина заполнения трещин, мм	
		расчетная	фактическая
1/6	1	≥ 30	115
	2	≥ 30	63
	4	от 6 до 10	0
2/6	7	от 14 до ≥ 30	45
	9	≥ 30	92
6/6	1	≥ 30	50
	4	от 13 до ≥ 30	120
	5	≥ 30	150

Для реализации полученных результатов была разработана методика контроля качества заполнения трещин в производственных условиях. Аprobация методики выполнялась в условиях промплощадки ЧАЭС при определении степени заполнения ремонтным материалом Spinog A12 поверхностных трещин в стенах монолитных железобетонных модулей. В этих конструкциях на начальных этапах были выполнены работы по определению глубины трещин изложенными выше способами.

Технология заполнения предусматривала герметизацию поверхности трещин эпоксидным клеем с последующим поочередным, через инжекторы, нагнетанием ремонтного материала. На рис. 2 показаны зарегистрированные распределения значений информативного параметра по длине двух трещин.

По результатам измерений, выполненных после удаления герметизирующего слоя, было сделано заключение, что трещина (рис. 2а) практически по всей длине заполнилась материалом Spinog A12 на глубину 30 мм. По трещине (рис.2б) был сделан вывод о частичном заполнении поверхностного слоя (предположительно только эпоксидным клеем) на участке от 1 до 8 инжектора. Расчетная средняя глубина поверхностного заполнения трещины на этом участке составила 5,8 мм. Было установлено соответствие результатов полученных в производственных условиях с результатами визуального осмотра расколотых вдоль заделанной трещины образцов, выбуренных из конструкций модулей после выполнения экспериментальных ремонтных работ.

Сравнительный анализ результатов подтвердил возможность применения ультразвукового метода для оперативного контроля качества заполнения трещин. Повторные измерения (рис. 2а), выполненные на двенадцатые сутки после заполнения, свидетельствовали о новом раскрытии заполненной трещины (со стороны заполнения) по всей ее длине. Это стало одним из аргументов для общих выводов о неэффективности предложенного ремонтного материала для данного объекта [3].



а)



б)

Рис. 2. Характер распределения значений информативного параметра по длине трещин в стенах модулей

Выводы

1. Разработана и проверена в производственных условиях методика оперативного ультразвукового контроля качества заполнения поверхностных трещин в бетоне ремонтным материалом.
2. Установлены критерии для оценки степени заполнения трещин ремонтным материалом. В качестве критерия полного поверхностного заполнения, связанного с разрешающей способностью, принято условие, при котором ремонтный материал заполняет трещину на глубину 30 мм. При меньшем заполнении фактическая глубина проникновения ремонтного материала определяется по уравнению регрессии «относительное приращение информативного параметра – глубина заполнения».
3. Ограничения, связанные с чувствительностью по глубине заполнения (30 мм), не являются препятствием для практического использования методики, т.к. основное назначение ремонтного материала – защита арматуры от коррозии.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Почтовик Г.Я., Липник В.Г., Филонидов А.М. Дефектоскопия бетона ультразвуком в энергетическом строительстве. – М.: «Энергия», 1977.- 121с.
2. Рапорт Ю.М. Ультразвуковая дефектоскопия строительных деталей и конструкций. – Л.: Стройиздат, Ленингр. отд-ние, 1975.- 128с.
3. Экспериментальная проверка технологии, предлагаемой СWJV для заполнения трещин в бетоне модулей ХОЯТ-2. Отчет НИИСК. - Киев, 2003.- 77с.

УДК 624.072.002.2

ВОЗМОЖНОСТЬ УСИЛЕНИЯ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ КОЛОНН ЗА СЧЕТ РЕГУЛИРОВАНИЯ ОСТАТОЧНОГО НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ

А.И. Голоднов, д.т.н.

Государственный научно-исследовательский институт строительных конструкций (НИИСК), г. Киев

Введение. Постановка проблемы

Наряду с новым строительством все чаще возникает необходимость проведения работ по восстановлению эксплуатационной пригодности строительных конструкций зданий и сооружений. При этом необходимо решать вопросы, связанные с определением напряженно-деформированного состояния (НДС) и выполнением работ по усилению конструкций.

Указанные работы необходимо проводить в комплексе, т.е. прогнозу возможного продления срока эксплуатации (переназначения ресурса) или обоснованию необходимости усиления конструкций должны предшествовать работы по оценке их технического состояния [1, 2].

Оценка технического состояния выполняется на основании результатов визуального и инструментального обследования, поверочных расчетов и т.п. Поверочные расчеты выполняются, как правило, с применением упрощенных расчетных схем без учета фактического состояния конструкций, остаточного напряженного состояния (ОНС) и прогноза деградации свойств материалов.

Анализ последних достижений и публикаций

Как известно [3 - 5 и др.], оценка технического состояния строительных конструкций представляет собой довольно сложную и трудоемкую задачу, решение которой в настоящее время отсутствует. При ее решении необходимо определять механические свойства материалов конструкций и их ОНС, а также учитывать специфику работы конструкций под нагрузкой.

Техническое состояние конструкций определяется по результатам проведенного обследования и расчета. При этом должна учитываться специфика работы конструкций до, в процессе и после усиления.

Решению отдельных аспектов отмеченной выше проблемы, в первую очередь возможности усиления эксплуатируемых колонн за счет регулирования ОНС, посвящена настоящая статья.

Цель работы

Целью настоящих исследований является разработка предложений по обоснованию усиления стальных двутавровых колонн путем присоединения стальных накладок к поясам или стенке с помощью сварки и последующим регулированием ОНС для повышения устойчивости.