

значения ρ ($a - \rho = 0$; $b - \rho = 0,15$; $v - \rho = 0,6$; $г - \rho = 1,1$)

Предел выносливости определялся по кривой усталости как уровень напряжений, соответствующий асимптоте к кривой усталости. Кривые усталостной прочности представлены на графиках рис. 2.

Анализ графиков рис. 2 говорит о том, что с увеличением коэффициента ρ предел выносливости возрастает. Так, при $\rho = 0$ предел выносливости был равен $\sigma_y = 18,6$ МПа, при $\rho = 0,15 - \sigma_y = 43,0$ МПа и при $\rho = 1,1 - \sigma_y = 68,2$ МПа.

Анализ результатов экспериментов показал, что по значениям максимального σ_{max} и минимального σ_{min} напряжений, действующих на конструкции, соединенные акриловым клеем при динамических нагружениях, и величинам пределов выносливости клеев, можно получить коэффициент запаса прочности, учитывая значения коэффициента ρ , пределов выносливости σ_y и длительной прочности, а также факторов, влияющих на усталостную прочность.

Кроме того, выполненные эксперименты показали, что акриловый клей независимо от вида нагружения имеет достаточно высокую прочность. Он может использоваться для соединения элементов строительных конструкций, воспринимающих как статические, так и динамические нагружения.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Золотов С.М. Акриловые клеи для крепления анкерами башенных сооружений // Будівельні конструкції, будівлі та споруди: Зб. наук. праць. Вип.5. – Київ: ДонДАБА, 2001. – С.179-182.
2. Патент №49650. Україна. МКИ С09J4/00, С08L33/12. Композиція для кріплення анкерних болтів у бетоні / Шутенко Л.М., Золотов С.М., Волочач С.В., Золотов М.С. – № 2002010074; Заявл. 03.01.2002. Опубл. 16.09.2002.
3. Zolotov S. Adhesive on the Basis of Acrylic Compound to Join Concrete and Reinforced Concrete Elements // Science, Education and Society: 11 International Scientific Conference University of Zilina. Slovak Republic, part I, 2003. – P. 323-325.
4. Патент № 70656А. Україна. МКИ С09J4/02, С08L33/12. Полімерна самотвердіюча композиція / Шутенко Л.М., Золотов С.М., Гарбуз А.О., Золотов М.С. – № 2007105734. Заявл. 10.10.2003. Опубл. 15.10.2004.
5. Золотов С.М. Инновационные материалы на основе акриловых полимеров для восстановления и ремонта конструкций объектов строительства и транспорта // Инновационные технологии диагностики, ремонта и восстановления объектов строительства и транспорта: Сб. науч. тр. Вып. 30. – Днепропетровск: ПГАСА, 2004. – С. 192-196.
6. Shutenko L., Zolotov M., Zolotov S. Compositions on the basis of acrylic polymers for repairing cement-concrete pavements and reinforced concrete

bridge structures // Proceedings of the 1st Polish Road Congress. – Warsaw, October 4-6, 2006. – P. 443-450.

7. Zolotov S. Strength and deformation of acrylic Glues under temporary and permanent static loading // Proceedings of the 3rd International Conference on Dynamics of Civil Engineering. – Slovak Republic, Zilina, 2005. – P. 123-126.
8. Золотов С.М. Прочность, деформативность и разрушение акриловых клеев при кратковременном и длительном нагружении // Баштові споруди: матеріали, конструкції, технології: Зб. наук. праць. Вип. 6. – Київ: ДонДАБА, 2007. – С. 41-45.
9. Zolotov S. Fatigue strength of acrylic glues // Proceedings of the 3rd International Conference on Dynamics of Civil Engineering. – Slovak Republic, Zilina, 2008. – P. 224-226.

УДК 624.011.2:668.3

ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РАБОТ ПО СОЕДИНЕНИЮ СТАРОГО БЕТОНА С НОВЫМ АКРИЛОВЫМИ КЛЕЯМИ

к.т.н., доц. Н.М.Золотова

Харьковская национальная академия городского хозяйства, г. Харьков

При строительстве, реконструкции и ремонте зданий и сооружений выполняются работы по соединению старого бетона с новым. Такие работы выполняются при возведении монолитных массивных бетонных и железобетонных конструкций, восстановлении и изменении их габаритов и конфигурации. С целью улучшения сцепления и увеличения прочности соединения старого бетона с новым в последнее время получили применение различные полимерные клеи и композиции [1-3]. Соединение бетонов акриловыми клеями имеет ряд преимуществ перед использованием для этих целей других клеев. Они по адгезионным и когезионным свойствам не уступают существующим (например, эпоксидным), но обладают лучшими технологическими свойствами и стоят дешевле указанных на 16-24% [4].

В Харьковской национальной академии городского хозяйства разработана технология соединения старого бетона с новым акриловыми клеями, которая представлена и подробно описана в работах [5-10].

Разработке этой технологии предшествовал комплекс экспериментальных исследований, который включал: определение влияния различных технологических факторов на прочность соединений старого бетона с новым [5,6], изучение способов очистки поверхности старого бетона [8], а также механизированного способа нанесения акрилового клея на подготовленную поверхность бетона [9]. Согласно схемы (рисунк), *первым* этапом является определение и разметка мест соединения старого бетона с новым.

Вторым этапом является подготовка поверхности старого бетона для соединения с новым. *Третьим* этапом является процесс приготовления клея.

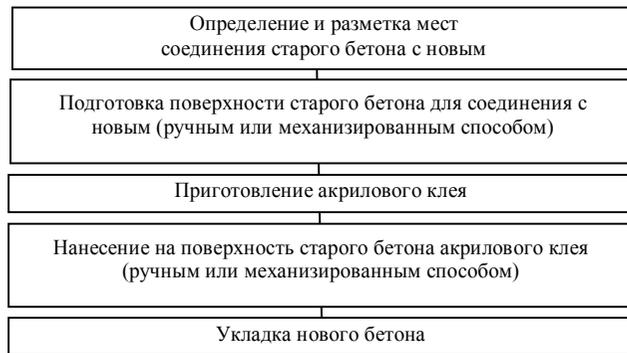
Четвертым этапом технологического процесса является нанесение акрилового клея на подготовленную поверхность старого бетона.

Как видно из рисунка, одним из этапов этой технологии является подготовка поверхности старого бетона для соединения с новым, которая заключается в очистке ручным или механизированным способом. Механизированный способ рекомендуется при значительных площадях склеивания и количества их соединений.

После подготовки поверхности старого бетона к соединению с новым необходимо нанести на нее акриловый клей.

Для указанных процессов необходимы механизмы. Как показали исследования, в первом случае к ним относятся шлифовальные машинки, а во втором – распылители (воздушного или безвоздушного типа).

Определение количества указанных механизмов является важным для выполнения работ.



Технологическая схема процесса соединения старого бетона с новым

В результате проведенных экспериментальных и аналитических исследований получено выражение для определения количества шлифовальных машинок, имеющее вид:

$$n_{ш} = \frac{N_i \cdot t_n \cdot S \cdot k_1 \cdot k_2}{T_{ш}} \cdot K_1, \quad (1)$$

где N_i – количество созданных в смену клеевых соединений; t_n – время на очистку 10 дм² поверхности бетона; k_1 – коэффициент зависимости времени очистки поверхности старого бетона от крупности зерен абразивного круга (табл. 1); k_2 – коэффициент зависимости времени очистки поверхности старого бетона от его класса и стороны бетонирования (табл. 2); $T_{ш}$ – время работы шлифовальной машинки в смену 4 ч [11]; K_1 – коэффициент, учитывающий простои на подготовительно-заключительную работу и перерывы в работе машины. Коэффициент K_1 равен:

$$K_1 = \frac{100}{100 - (5 + 22)} = 1,3, \quad (2)$$

где 100 – время (в %) работы шлифовальной машинки; 5 – время (в %) на подготовительно-заключительную работу; 22 – время (в %) на перерыв в работе шлифовальной машинки.

Ранее экспериментально было определено время на очистку 10 дм² поверхности старого бетона в зависимости от различных факторов [8]. Экспериментами также установлены величины коэффициентов k_1 и k_2 , значения которых приведены в табл. 1, 2.

В соответствии с аналитическими исследованиями [12] получено выражение для определения количества N_i создаваемых в смену клеевых соединений старого бетона с новым:

$$N_i = \frac{T_{см} (T - t_{приг.})}{T \cdot t_{скл.}}, \quad (3)$$

где $T_{см}$ – продолжительность смены (ч); $t_{приг.}$ – время, затрачиваемое на приготовление одного замеса N клея в смену (ч); $t_{скл.}$ – полное время на подготовку поверхности старого бетона к склеиванию (ч) [10]; T – технологическая жизнеспособность акрилового клея (ч).

Таблица 1

Коэффициент зависимости времени очистки поверхности 1 дм² старого бетона от крупности зерен абразивного круга (k_1)

Крупность зерен				
16	20	24	30	34
$k_1 = 1$	$k_1 = 1,05$	$k_1 = 1,15$	$k_1 = 1,44$	$k_1 = 1,64$

Таблица 2

Коэффициент зависимости времени очистки поверхности 1 дм² старого бетона от класса бетона и стороны бетонирования (k_2)

Сторона бетонирования конструкции	Класс бетона					
	B7,5	B10	B12,5	B15	B20	B25
Верх	$k_2 = 1,12$	$k_2 = 1,22$	$k_2 = 1,42$	$k_2 = 1,44$	$k_2 = 1,7$	$k_2 = 2$
Низ	$k_2 = 0,78$	$k_2 = 0,85$	$k_2 = 0,93$	$k_2 = 1$	$k_2 = 1,18$	$k_2 = 1,39$

Анализ выражения (3) показывает, что количество шлифовальных машинок зависит от технологических параметров жизнеспособности композита, площади склеивания, прочности старого бетона и его стороны бетонирования, а также от крупности зерен абразивных кругов.

На основании выполненных исследований получено выражение для определения количества механизмов $n_{расп.}$ для нанесения акрилового клея на поверхность старого бетона, имеющее вид:

$$n_{расп.} = \frac{N_i \cdot t_{расп.} \cdot S}{T_{расп.}} K_3, \quad (4)$$

где $t_{расп.}$ – время нанесения на 10 дм² поверхности бетона акрилового клея; $T_{расп.}$ – время работы распылителей в смену [12]; K_3 – коэффициент, учитывающий простои на подготовительно-заключительную работу и перерывы в работе распылителя. Коэффициент K_3 будет равен:

$$K_3 = \frac{100}{100 - (20 + 15)} = 1,54, \quad (5)$$

где 100 – время (в %) работы распылителя; 20 – время (в %) на перерыв в его работе; 15 – время (в %) на подготовительно-заключительную работу.

Как указывалось выше, в работе [10] определено N_i . Поэтому с учетом его значения (3) получено выражение для расчета потребности количества распылителей для нанесения акрилового клея:

$$n_{расп.} = \frac{T_{см}(T - t_{прис.}) \cdot t_{прис.} \cdot S}{T \cdot t_{скл.} \cdot T_{расп.}}. \quad (6)$$

Анализ выражения (6) показывает, что количество распылителей зависит от технологической жизнеспособности акрилового клея, времени его нанесения на 10 дм² поверхности старого бетона, от площади склеивания и времени работы этих механизмов в смену.

Анализ технологии соединения старого бетона с новым акриловыми клеями свидетельствует о том, что бригада рабочих в этом случае должна состоять из двух звеньев. Первое звено должно проводить работы по подготовке поверхности старого бетона к склеиванию, а второе – по приготовлению акрилового клея и нанесению его на подготовленную поверхность.

Расчет звена, занимающегося очисткой поверхности старого бетона, проводится исходя из следующих предпосылок. Одна шлифовальная машинка (электрическая) обслуживается одним человеком [11]. Таким образом, количество человек в первом звене $I_{ш}$ определяют по выражению

$$I_{ш} = n_{ш}. \quad (7)$$

При использовании пневматической шлифовальной машинки необходимы два человека для работы с одной машинкой (один работающий, второй – обслуживающий оборудование подачи воздуха). Поэтому количество человек в этом звене будет составлять:

$$I_{ш} = n_{ш} + 1. \quad (8)$$

Определение количества рабочих во втором звене проводится из следующих предпосылок. Один распылитель обслуживается одним человеком, который перед этим может заниматься приготовлением клея. Так

как для всех распылителей используется воздух, то во всех случаях необходим второй работающий, обслуживающий оборудование подачи воздуха. Поэтому количество человек в звене по приготовлению клея и его нанесению на поверхность старого бетона равно

$$I_{расп.} = n_{расп.} + 1. \quad (9)$$

Используя выражения (7)-(9), определяется количественный состав бригады для подготовки к соединению старого бетона с новым акриловыми клеями:

$$I_{бр.} = I_{ш} + I_{расп.}. \quad (10)$$

Зная количественный состав бригады можно определить выработку $H_{выр.}$ (количество соединений в смену на одного человека) по выражению:

$$H_{выр.} = N_i / I_{бр.}. \quad (11)$$

Анализ выражения (11) показывает, что выработка рабочего в смену зависит от ряда факторов, к которым относятся: площадь склеивания, температура окружающей среды, жизнеспособность акрилового клея, тип клевого шва (горизонтальный или вертикальный), механизмы, применяемые для приготовления поверхности бетона к склеиванию и нанесению акрилового клея.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Известия ВНИИ гидротехники им. В.Е.Вернадского. Вып.119. – М., 1987. – 252 с.
2. Справочник по клеям и клеющим мастикам в строительстве / Под ред. В.Г.Микульского, О.Л.Фиговского. – М.: Стройиздат, 1984. – 240 с.
3. Методические рекомендации по омоноличиванию старого бетона новым с применением клеев / Харьковский ПромстройНИИпроект Госстроя СССР. – Харьков, 1985. – 14 с.
4. Золотов С.М. Акриловые клеи для усиления, восстановления и ремонта бетонных и железобетонных конструкций // Будівельні конструкції: Зб. наук. праць. Вип.59. – К.: НДБК, 2003. – С.440-447.
5. Торкатюк В.И., Золотова Н.М. Склеивание старого бетона с новым // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып.42. – К.: Техніка, 2002. – С.92-98.
6. Торкатюк В.И., Золотова Н.М. Омоноличивание рабочих стыков сборных железобетонных элементов акриловыми клеями // Вестник Белгородской государственной технологической академии строительных материалов. №5. Ч. II. – Белгород: БелГТАСМ, 2003. – С.447-447.
7. Шутенко Л.Н., Торкатюк В.И., Золотова Н.М. Инновационная технология соединения старого бетона с новым акриловыми клеями // Новини науки Пддніпров'я: Наук.-практ. журнал. Вип.4. – Дніпропетровськ, 2004. – С.75-79.
8. Торкатюк В.И., Золотова Н.М. Технология подготовки поверхности старого бетона для соединения с новым акриловым клеем // Науковий вісник будівництва. Вип.37. – Харків: ХДТУБА, 2006. – С.39-42.

9. Шутенко Л.Н., Торкатюк В.И., Золотова Н.М., Бутник С.В., Марюхин А.В. Технология нанесения акриловых клеев на подготовленную поверхность старого бетона при его соединении с новым // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып.58. – К.: Техніка, 2004. – С.29-37.
10. Торкатюк В.И., Золотова Н.М. Определение некоторых параметров технологического процесса соединения старого бетона с новым акриловыми клеями // Строительство, материаловедение, машиностроение: Сб. науч. тр. Вып.43. – Днепропетровск: ПГАСА, 2007. – С.564-570.
11. Строительное производство: Энциклопедия. – М.: Стройиздат, 1999. – 280 с.
12. Фокин М.Н., Емельянов Ю.В. Защитные покрытия в химической промышленности. – М.: Химия, 1991. – 304 с.

УДК 620.179.1.001.5

ДІАГНОСТИКА ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ПАЛІ З УРАХУВАННЯМ ПОПЕРЕЧНИХ ТА ПОПЕРЕЧНИХ КОЛИВАНЬ

д.т.н., проф. Калюх Ю.І., м.н.с. Вусатюк А.Є.

Державне підприємство «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» ДП НДІБК

Влаштування палових фундаментів є одним з основних і важливих видів робіт в будівельній практиці. Проте підрядні організації у ряді випадків надто формально відносяться до їх складання, до ведення журналів виробництва палових робіт. У зв'язку з цим при влаштуванні палей необхідна відпрацьована система контролю їхньої якості. Це в однаковій мірі відноситься до влаштування палей за будь-якими відомими технологіями — до буронабивних, буроін'єкційних, забивних чи вдавлюваних палей [1].

Контроль суцільності стовбура буронабивних, а особливо буроін'єкційних палей дуже важливий, так як порушення технології може призвести до значного зниження несучої здатності палей, як за ґрунтом, так і за матеріалом.

Типовими дефектами буроін'єкційних палей є: тріщина у стовбурі палей, каверна, ослаблення перетину палей або шийка, обрив стовбура палей, потовщення стовбура палей або опуклість, зрослі палей [2].

Влаштування палових основ із забивних палей — значно швидший процес порівняно з буровими. Цей вид палей більш широко використовується в нашій країні. При масовому забиванні палей, в багатьох випадках має місце порушення суцільності палей, обумовлене неякісним виконанням стику складених палей, утворенням тріщин у палей при складуванні, при монтажі на стрілу палезабивних агрегатів, а також прихованими дефектами виготовлення стовбура палей [1].

Основними видами пошкоджень у забивних палей є поздовжні тріщини, поперечні тріщини, сколювання, косий злам та руйнування палей з витісненням шматків бетону у ґрунт.

Залізобетонні палей, на відміну від інших залізобетонних конструкцій, мають декілька особливостей. По-перше, доступ до занурених у ґрунт залізобетонних палей обмежений одним вільним торцем та бічною поверхнею, сумарна площа яких, як правило, становить не більше 12% від загальної площі поверхні палей. По-друге, у процесі влаштування залізобетонних палей у ґрунт можуть виникати не характерні для інших типів залізобетонних конструкцій дефекти. По-третє, твердіння бетонної суміші палей у вертикальному її положенні призводить до нерівномірності впливу власної ваги палей по її довжині. Як наслідок, можлива неоднорідність конструкції — фізико-механічні властивості бетону по довжині палей суттєво відрізняються.

На методи оцінювання технічного стану залізобетонних палей у зв'язку з наведеними особливостями накладаються обмеження, які не дозволяють використовувати стандартні методи неруйнівного контролю і технічної діагностики, що діють для більшості типів залізобетонних конструкцій.

Єдиним перспективним виходом із ситуації стала розробка нових методів діагностики, які б враховували всю специфіку складності робіт із залізобетонними палей у ґрунті. Такими стали методи, що використовували збудження низькочастотної хвилі імпульсу (low strain integrity testing): impact-echo, pile driving analysis, dynamic testing, parallel seismic test, impedance log test та ін.

Всі існуючі на сьогоднішній день методики контролю влаштованих у ґрунт залізобетонних палей базуються на різновидностях теоретичної моделі, що використовує лише поздовжні коливання:

1. Модель, що не враховує в'язку складову (прилад ТКС—1, ДП НДІБК [3])

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} \quad (1)$$

2. Модель Максвелла (прилад КСДК—3.3, КНУБА [4])

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = \frac{1}{c_0^2} \left(\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + \frac{1}{\beta} \frac{\partial u}{\partial t} \right) \quad (2)$$

3. Модель Фойхта-Кельвіна (використовується у роботах більшості дослідників з питань діагностики палей, серед яких Ліао [5], Кім [6], Амброзіні [7] та ін.)

$$\rho \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = E \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \eta \frac{\partial^3 u}{\partial x^2 \partial t} \quad (3)$$

Кім у своїх роботах [6] порівняв числові та експериментальні дослідження з вивчення можливостей використання ударного луно-методу для