

обоймы  $\delta = 3$  мм; колонна выполнена из бетона класса В25, уровень нагружения  $q = 1.1 R_b$ . Эффект обоймы оценивался как отношение  $\beta$  несущей способности сталебетонной колонны к несущей способности бетонной колонны без обоймы. Для круглой колонны значение  $\beta$  получилось равным 1.83, для квадратной – 1.21. Такое же соотношение получено для колонны со стороной ядра 0,3 м. Это согласовывается с результатами экспериментов [1].

**Выводы.** Получена замкнутая система дифференциальных уравнений для определения НДС в сталебетонной колонне квадратного сечения, проведены сравнительные расчеты эффекта обоймы в круглой и квадратной колонне.

#### ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Чихладзе Э.Д., Арсланханов А.Д. Расчет сталебетонных элементов прямоугольного сечения на прочность при осевом сжатии // Бетон и железобетон. – 1993. – № 3. – С. 13-15.
2. Стороженко Л.И., Плахотный П.И., Черный А.Я. Расчет трубобетонных конструкций. – Киев: Будівельник, 1991. – 119 с.
3. Яшин А.В. Теория деформирования бетона при простом и сложном нагружении // Бетон и железобетон. – 1986. – № 8. – С. 39 – 42.
4. Тимошенко С.П., Гудьер Дж. Теория упругости. Пер. с англ. М.И. Рейтмана – М.: Наука, 1975. – 576 с.
5. Чихладзе Э.Д., Веревичева М.А. Исследование напряженно - деформированного состояния сталебетонных колонн с учетом пространственной работы бетонного ядра // Строительная механика и расчет сооружений. – 2007. – № 1. – С. 24-28.

УДК 691.328.44

#### ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЯ КОМПЕНСИРУЮЩЕГО ПЕРЕХОДНОГО СЛОЯ, ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ МОРОЗОСТОЙКИХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

к.т.н., доц. Чуб А.А.

*Запорожская государственная инженерная академия*

Исследования посвящены решению проблемы восстановления защитного слоя бетона длительно эксплуатирующихся бетонных и железобетонных сооружений, путем создания морозостойкого защитного слоя бетона с компенсирующим переходным слоем, обеспечивающим работу конструкции как структурно-целостной системы.

Наиболее распространенным и эффективным методом восстановления защитного слоя бетона является торкретирование [1].

Компенсирующий переходный слой бетона, между восстанавливаемой бетонной конструкцией и новым, защитным слоем бетона, представляет собой композицию, представленную на рисунке 1.

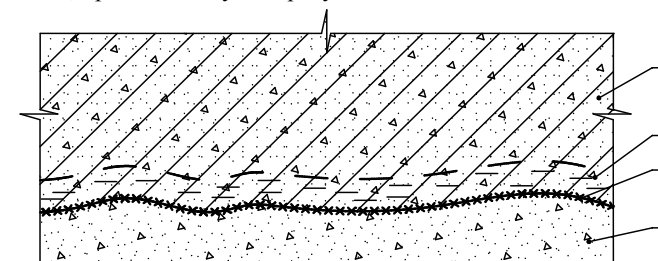


Рис. 1 Восстановленный защитный слой бетона с компенсирующим переходным слоем. 1 – восстанавливаемая железобетонная конструкция; 2 – компенсирующий слой в восстанавливаемом бетоне, пропитанный комплексной химической добавкой; 3 – слой сращения активированного цемента в восстанавливаемом бетоне, с цементом нового, защитного слоя бетона; 4 – восстановленный морозостойкий защитный слой бетона.

Как видно из рисунка 1, компенсирующий переходный слой состоит из слоя восстанавливаемого бетона, пропитанного горячим раствором комплексной химической добавки и слоя «сращения» активированного клинкерного фонда цемента, еще не вступившего в химическую реакцию, восстанавливаемого бетона с цементом нового, защитного слоя бетона.

Известно, что процесс гидратации портландцемента в бетоне длителен. По прошествии десятилетий степень гидратации цемента в бетоне не достигает 100% и составляет 80-90%, в зависимости от плотности цементного камня. Таким образом, в восстанавливаемой бетонной конструкции может находиться до 20 и более процентов клинкерного фонда цемента, еще не вступившего в химическую реакцию с водой.

В процессе подготовки разрушенной бетонной конструкции к восстановлению методом торкретирования, не вступивший в химическую реакцию клинкерный фонд цемента обнажается применением метода опескоструивания поверхности бетона. При нанесении нового слоя бетона происходит процесс сращения, в результате появления новообразований, между активированным клинкерным фондом цемента восстанавливаемого бетона, с цементом нового, защитного слоя бетона.

Прочность «сросшихся» слоев бетона зависит от возраста восстанавливаемого бетона, концентрации цемента в его объеме, на момент изготовления, концентрации цемента в единице объема и коэффициента нормальной густоты цементного теста нового, защитного слоя бетона. На рисунке 2 представлены зависимости прочности сцепления опескоструенного в трехлетнем возрасте бетона с новым, защитным слоем бетона в марочном и в годичном возрасте.

Прочность сцепления слоев бетона определяли на специально приготовленных образцах бетона с помощью разрывной установки.

Были изготовлены образцы бетона с расходом цемента на  $1\text{ м}^3$  соответственно: 200, 400 и 600 кг., размером  $100 \times 100 \times 200\text{ мм}$ , в которые с одного торца, в процессе изготовления вставляли металлическую рифленую арматуру диаметром 16 мм на глубину 175 мм. Образцы 28 суток хранили в пресной воде, затем 3 года в лаборатории, при температуре  $18-20\text{ }^\circ\text{C}$  и влажности окружающего воздуха 50-70%.

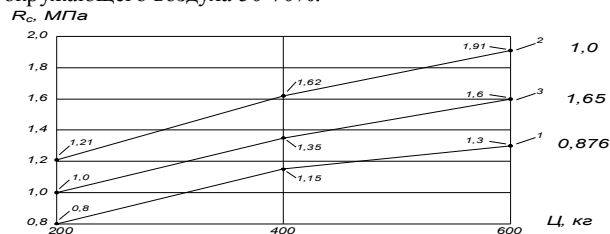


Рис. 2. Зависимость прочности сцепления ( $R_c$ ) мелкозернистого бетона с Ц/П = 0,33;  $K_{пр} = 1,0$  в марочном возрасте, от расхода цемента (Ц) в восстанавливаемом бетоне. 1, 2, 3 – проектное значение  $K_{пр}$  восстанавливаемого бетона, соответственно: 0,876; 1,0; 1,65.

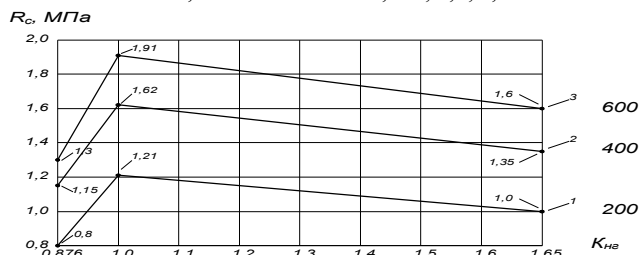


Рис. 3. Зависимость прочности сцепления ( $R_c$ ) мелкозернистого бетона с Ц/П = 0,33; ;  $K_{пр} = 1,0$  в марочном возрасте, от проектного значения  $K_{пр}$  в восстанавливаемом бетоне. 1, 2, 3 – расход цемента на  $\text{м}^3$  в восстанавливаемом бетоне, соответственно: 200, 400, 600 кг.

Затем, на строительной площадке торцы образцов бетона опескоструивали и укладывали в металлические формы размером  $100 \times 100 \times 300\text{ мм}$ , с открытым торцом. После чего на опескоструенную поверхность бетона наносили один слой торкрет-бетона толщиной 20-25 мм. Затем, на нанесенный слой торкрет-бетона жестко, в середине формы устанавливали рифленый металлический стержень диаметром 16 мм с металлической полочкой диаметром 25 мм, расположенной в торце стержня и наносили второй слой торкрет-бетона, заполняя таким образом, остаточный объем металлической формы. Изготовленные образцы через двое суток распалубивали и хранили до испытаний в нормальных, для бетона условиях. Испытания образцов бетона на разрыв осуществляли обеспечивая шарнирный захват стальных стержней с обеих сторон. Во всех случаях разрыв бетонных образцов происходил по контактному слою.

Как видно из рисунка 2, прочность сцепления слоев бетона увеличивается с увеличением расхода цемента на  $1\text{ м}^3$  бетона во всех случаях и зависит от величины концентрации цемента, как в старом, восстанавливаемом бетоне, так и в новом, защитном слое бетона. Как видно из рисунка 3, четкой зависимости прочности сцепления слоев бетона от коэффициента нормальной густоты цементного теста в бетонной смеси нового, защитного слоя бетона, установить не удается.

При использовании особо-жестких бетонных смесей величина концентрации химически нейтрального заполнителя в бетоне увеличивается, уменьшая тем самым, возможную площадь контактной зоны чистого цементного камня. При использовании высокоподвижных и литых бетонных смесей, величина концентрации заполнителя в бетоне уменьшается, а величина концентрации цементного камня увеличивается. Однако, увеличение концентрации цементного камня в бетоне происходит в результате увеличения объема жидкой фазы затворения бетонной смеси. Увеличение же объема жидкой фазы затворения бетонной смеси и, как следствие, увеличение значения  $K_{пр}$  цементного теста в бетонной смеси, обуславливает увеличение капиллярной пористости бетона, лучшие условия гидратации цемента, то есть в бетоне меньше остается, при том же значении концентрации цемента в единице объема, не вступившего в химическую реакцию цемента, в сравнении с бетоном, изготовленном из жесткой бетонной смеси. При этом, более высокая пористость цементного камня обеспечивает дополнительные условия лучшего сцепления слоев бетона. Наложение этих двух факторов не позволяет установить однозначной зависимости прочности сцепления слоев бетона от коэффициента нормальной густоты цементного теста в бетонной смеси. Оптимум находится посередине, в области бетонных смесей малой подвижности.

В процессе длительной эксплуатации бетонных и железобетонных конструкций с восстановленным модифицированным защитным слоем бетона должна быть исключена, или сведена к минимуму возможность отторжения защитного слоя в процессе попеременного замораживания – оттаивания бетона. Бетонная конструкция может быть водонасыщена в следствие различных атмосферных и климатических факторов, а также условий работы бетона.

При замерзании водонасыщенного бетона в области отрицательных температур в капиллярно-пористой структуре бетона образуется лед. Увеличение объема льда в порах бетона приводит к его разрушению. Использование для защитного слоя бетона комплексных химических добавок позволяет существенно снизить объем образующегося льда в порах бетона и избежать аномальных деформаций бетона в процессе его замораживания. Однако, в зоне контакта восстанавливаемого бетона с новым, защитным слоем бетона, эта возможность остается. Если допустить, что в процессе эксплуатации восстановленных бетонных и железобетонных конструкций происходит водонасыщение старого, восстановленного бетона в зоне контакта слоев, а затем его замерзание, то не сложно определить последствия. В процессе замерзания воды в капиллярно-пористой структуре старого бетона и

превращения ее в лед с увеличением объема до 9%, происходит «расшатывание» структуры бетона в контактной зоне слоев и отторжение защитного слоя бетона от восстановленной поверхности.

В целях исключения, или сведения к минимуму возможности отторжения защитного слоя бетона от восстановленной поверхности, следует выполнить пропитку поверхности восстанавливаемого бетона комплексной химической добавкой, на возможно большую глубину.

Состав комплексной химической добавки, используемой для пропитки бетона, в целях упрощения производства работ, следует использовать такой же, как и для затворения бетонной смеси с комплексной химической добавкой, используемой для устройства защитного слоя. Таким образом, пропитывающий состав комплексной химической добавки является одновременно раствором - жидкой фазой для затворения бетонной смеси защитного слоя бетона, в процессе производства работ. В состав комплексной химической добавки входит: суперпластификатор С-3; ГКЖ-11К и водная эмульсия полимера (любая разновидность водорастворимого латекса).

Для большей эффективности пропитывающего действия комплексной химической добавки, ее перед использованием целесообразно подогревать до возможно большей температуры –  $+7^{\circ}\text{C} + 9^{\circ}\text{C}$ .

В результате применения горячего раствора комплексной химической добавки преследуются две цели. Во-первых, снижается вязкость раствора и, как следствие, повышается его пропитывающая способность. Во-вторых, в процессе впитывания бетоном горячего раствора химических добавок резко увеличивается объем выхода разогретого воздуха из пор бетона, а затем, в процессе быстрого остывания объем его уменьшается, происходит процесс всасывания раствора на большую глубину. Наблюдается эффект «самовакуумирования» бетона.

Глубина пропитки бетона зависит от расхода цемента на  $1\text{ м}^3$  и проектного значения коэффициента нормальной плотности цементного теста в бетонной смеси  $K_{нт}$ . При увеличении расхода цемента в бетоне уменьшается концентрация заполнителя в единице объема, увеличивается объем капиллярно-пористого цементного камня и, как следствие, увеличивается глубина пропитывающих свойств бетона. При увеличении проектного значения  $K_{нт}$ , во всем диапазоне расхода цемента на  $1\text{ м}^3$  бетона происходит увеличение объема цементного камня в бетоне, увеличивается объем макрокапиллярных пор в цементном камне и пропитывающая способность бетона.

Бетон, пропитанный комплексной химической добавкой на основе суперпластификатора С-3, гидрофобизирующей добавки ГКЖ-11К и латекса (любой водной эмульсии полимера) не водонасыщается полностью при нахождении в воде. При замерзании такого бетона не происходит резких аномальных явлений расширения, в следствии образования льда в порах бетона. Не заполненный водой объем пор пропитанного бетона позволяет компенсировать напряжения в структуре цементного камня, вызванные процессами льдообразования. Льдистость и объемная льдистость пропитанного комплексной химической добавкой бетона всегда меньше, в сравнении с не пропитанным бетоном.

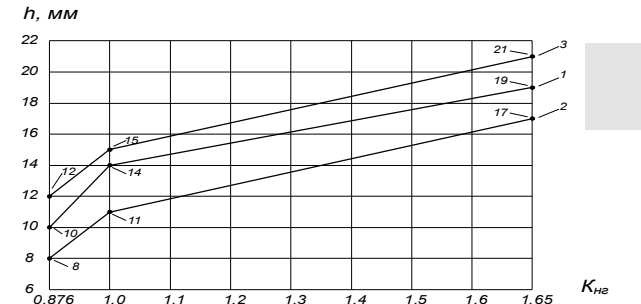


Рис. 4 Зависимость глубины впитывания ( $h$ ) водного раствора комплексной химической добавки, при температуре  $60^{\circ}\text{C}$ , от  $K_{нт}$  восстанавливаемого бетона. 1, 2, 3 – расход цемента на  $\text{м}^3$  в восстанавливаемом бетоне, соответственно: 200; 400; 699 кг.

Таким образом, компенсирующий слой бетона, пропитанный комплексной химической добавкой, является переходным слоем обеспечивающим надежность совместной работы слоев как структурно-целостная композиция.

#### Вывод.

Компенсирующий переходный слой бетона повышает надежность работы восстановленной конструкции, как структурно-целостная система, в процессе воздействия на нее знакопеременных температур.

#### ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА.

1. Торкрет-бетон. Технические условия ТУ 5745-001-16216892-06. Москва, 2006 г., 10 с.

#### УДК 69.059.7:624.012.35

#### МЕТОДИКА РАЦІОНАЛЬНОЇ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ПІДГОТОВКИ І РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЄКТІВ ВЛАШТУВАННЯ ПРОРІЗІВ У СТІНАХ І ПЕРЕГОРОДКАХ ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ БУДИНКІВ

д.т.н., проф. Шаленний В.Т., к.т.н., доц. Несевря П.І.,  
пошукувачі Біцосва О.А., Камснев О.С.

Придніпровська державна академія будівництва та архітектури

**Постановка проблеми.** Одним із завдань реконструкції існуючих фондів цивільних будинків вважаємо узагальнення, розробку і впровадження ефективних пропозицій по організації, технологічним і конструктивним вирішенням щодо влаштування прорізів у стінах при проектуванні та здійсненні модернізації з переплануванням переважно їх нижніх поверхів. З таким завданням найчастіше зустрічаються замовники (інвестори), проєктувальники та підрядники у тому випадку, коли, наприклад, розташовану на нижньому поверсі квартиру (квартири) намічено санкціоновано вилучити з житлового фонду та перепрофілювати у будівельний об'єкт іншого функціонального призначення. Намічені зміни