

ВЫБОР ТЕХНОЛОГИИ УСТРОЙСТВА СТЫКОВ ТОНКОСТЕННЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Бабиченко В. Я., к. т. н., доцент, Кирилюк С. В., аспирант

Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса

В современных условиях и обозримом будущем совершенствование железобетонных конструкций направлено на увеличение объема использования тонкостенных изделий (армоцементных, армоторкретных, фибробетонных) в зданиях и сооружениях, в том числе и в жилых домах, ограждающие стеновые конструкции которых могут решаться с их применением. Возрастающий объем использования тонкостенных изделий, для наружных ограждающих конструкций, потребовал решения задачи технологии устройства надежных стыковых соединений между тонкостенными элементами.

Для решения поставленной задачи необходимо было проанализировать отечественный и зарубежный опыт по технологии устройства стыков ограждающих конструкций зданий, сооружений и с учетом этого опыта разработать технологические решения конструктивных форм стыковых соединений тонкостенных изделий, подобрать и исследовать эффективные материалы для замоноличивания стыков, разработать технологически целесообразный и экономически эффективный способ укладки и уплотнения мелкозернистого бетона замоноличивания в полости стыка.

Форма стыкового соединения тонкостенных изделий находится в прямой зависимости от их конструктивного решения. Одними из наиболее эффективных видов тонкостенных изделий для ограждающих строительных конструкций являются армоцементные конструкции (толщиной до 30 мм включительно, изготавливаемые из мелкозернистого бетона с комбинированным армированием, состоящим из частых тонких тканых, сварных или плетеных проволочных сеток, равномерно распределенных по сечению элемента, в сочетании со стержневой или проволочной арматурой (рис. 1) [1].

Помимо конструктивного решения тонкостенных изделий форма стыкового соединения между ними зависит от принятой технологии их изготовления и способа укладки и уплотнения мелкозернистого бетона замоноличивания в полости стыка.

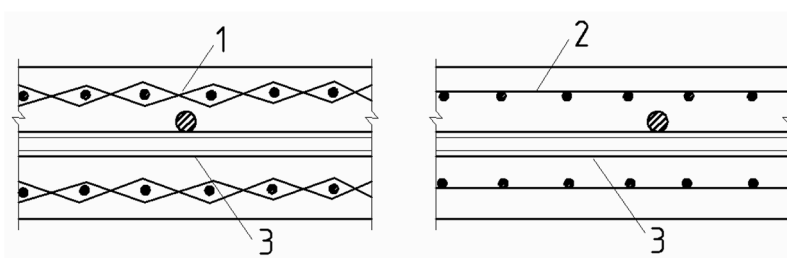


Рис. 1. Комбинированное армирование армоцементных конструкций: 1 – частые тонкие тканые сетки; 2 – частые тонкие сварные сетки; 3 – стержневая или проволочная арматура

Армоцементные изделия изготавливаются в условиях строительной площадки по новой струйной технологии бетонирования с применением эластичных метательных устройств и специальных металлических бездонных форм [2, 3]. Конструкция форм выбрана соответственно виду армоцементного изделия толщиной 20 мм. Металлическая форма для его изготовления состоит из набора двух плоских рамок, число которых определяется числом арматурных сеток в количестве 2 шт. и расположенной между ними проволочной арматуры в виде сварной сетки из проволоки диаметром 3 мм. При этом нижняя рамка имеет толщину 4 мм, а верхняя – 6 мм. Рамки соединяются стяжными болтами. Между рамками расположены выпуски арматурных сеток и проволочной арматуры длиной 40 мм.

Одним из основных вопросов создания надежного стыкового соединения между тонкостенными изделиями является разработка эффективного способа укладки и уплотнения мелкозернистого бетона замоноличивания в полости стыка. При этом наиболее существенными качественными показателями являются плотность и прочность (когезия) материала замоноличивания, а также сцепление (адгезия) нового бетона замоноличивания с поверхностью стыкуемых элементов.

Как следует из практики строительства, одной из эффективных технологий, позволяющей получать прочные и плотные стыковые соединения железобетонных конструкций, является технология пневматического бетонирования. При использовании жестких мелкозернистых бетонных смесей (жесткость 20 – 30 с при водоцементном отношении 0,3 - 0,37), укладываемых в полость стыка способами технологии пневматического бетонирования, обеспечивается не только повышенная прочность и плотность бетона замоноличивания в стыке, но и высокое его сцепление с бетонной поверхностью стыкуемых элементов (1,0 – 1,2 МПа при отрыве, 2,5 –

3,0 МПа при сдвиге и 5,0 – 6,0 МПа при изгибе). Так как наносимая способами пневматического бетонирования мелкозернистая бетонная смесь проникает во все поры и неровности старого бетона, то после затвердевания нового бетона происходит его надежное сцепление с поверхностью омоноличиваемых изделий.

Существует ряд способов пневматического бетонирования: способ сухого торкретирования; способ мокрого торкретирования со сплошным потоком по материальному шлангу с последующим подключением сжатого воздуха к соплу; способ мокрого торкретирования в турбулентном воздушном потоке. Каждый из способов имеет свои достоинства и недостатки.

Способ сухого торкретирования был впервые применен в начале XX века. Технологическая последовательность выполнения операций при способе сухого торкретирования таковы: загрузка в цемент-пушку сухой мелкозернистой смеси, состоящей из цемента, мелкого заполнителя и добавок (при необходимости); дозированная подача сухой смеси к разгрузочному устройству цемент-пушки для ее равномерного транспортирования по материальному шлангу с помощью сжатого воздуха к соплу; подача в сопло воды под давлением; нанесение на торкретируемые поверхности готовой мелкозернистой бетонной смеси, выходящей факелом из сопла с высокой скоростью (120 - 140 м/с) [4].

При бетонировании способом сухого торкретирования используют чистый мелкий заполнитель (песок с модулем крупности $M_{кр} = 2,5 - 3$) при максимальной крупности отдельных зерен до 5 мм (допускается гравий с предельной крупностью до 8 мм). Диапазон соотношения между массой цемента и мелкого заполнителя находится в пределах 1:2 - 1:4. Содержание цемента в сухой бетонной смеси составляет 600 - 800 кг/м³ при фактическом водоцементном отношении на выходе из сопла В/Ц = 0,32 - 0,37. При меньшем В/Ц имеет место пыление и недостаточное смачивание сухих компонентов, при больших - оплывание уложенного слоя.

Полученный слой торкретбетона обладает многими положительными свойствами, обусловленными способом бетонирования: высокое сцепление (адгезия) нового бетона со старым за счёт того, что пограничный слой образован цементным тестом с самыми мелкими зёрнами заполнителя; высокая плотность и прочность (когезия) бетона в полости стыка за счёт высокой скорости полёта частиц бетонной смеси в потоке сжатого воздуха — частицы буквально вбиваются в уже нанесённый слой торкретбетона; оптимальное водоцементное отношение в полости стыка — опытный сопловщик подаёт минимально возможное количество воды; возможность нанесения слоя мелкозернистого бетона толщиной до 10 – 15 мм за один проход. Недостатком способа сухого торкретирования является высокий процент отскока (до 25 % от массы сухой смеси).

Способ мокрого торкретирования на полвека младше способа сухого торкретирования. Его появление было обусловлено возникновением модифицирующих мелкозернистую бетонную смесь добавок и развитием строительной химии. При способе мокрого торкретирования со сплошным потоком пластичной мелкозернистой бетонной смеси по материальному шлангу готовая (затворенная водой при необходимости с добавками) бетонная смесь подаётся в установку мокрого торкретирования (бетононасос или растворонасос) и гидравлическим способом (сплошным потоком) подается по шлангу к соплу. К соплу по другому шлангу подаётся сжатый воздух, при помощи которого сплошной поток мелкозернистой бетонной смеси разрывается, ускоряется и в струе сжатого воздуха наносится на торкретируемую поверхность. В этом случае скорость, с которой производится набрызг, существенно ниже, по сравнению со способом сухого торкретирования и количество отскока уменьшается до 10 %.

Данным способом пневматического бетонирования достигается: высокое качество торкретбетона в полости стыка; повышенная адгезия с поверхностью старого бетона стыкуемых элементов; нанесение за один проход более толстого слоя торкретбетона в случае использования добавок – ускорителей схватывания; минимальное водоцементное отношение путем использования пластификаторов и суперпластификаторов. Было установлено что данный способ мокрого торкретирования в большей степени, чем способ сухого торкретирования соответствует промышленным методам замоноличивания стыков и что, не менее важно, квалификация сопловщика играет менее важную роль.

При способе мокрого торкретирования в турбулентном потоке сжатого воздуха готовая мелкозернистая бетонная смесь загружается в плунжерный растворонасос со специальной приставкой Марчукова и при помощи сжатого воздуха транспортируется к соплу, откуда с высокой скоростью наносится в полость стыкового соединения (рис.2)[5].

В отечественной практике при данном способе мокрого торкретирования используют готовые бетонные смеси на мелких заполнителях, состоящих из фракций песка с добавкой (в случае необходимости) гранитной фракции 3 - 10 мм в количестве до 50% от общей массы заполнителей. Для нанесения мелкозернистой бетонной смеси в полость стыка используют установки «Пневмобетон» различных модификаций, в состав которых входят: приемно-перемешивающее устройство со смесителем принудительного действия; вибросито с ячейками 10 x 10 мм; плунжерный растворонасос со специальной приставкой Марчукова к растворонасосу для подключения сжатого воздуха; материальный трубопровод для перемещения в турбулентном потоке сжатого воздуха готовой мелкозернистой бетонной смеси к соплу; сопло для нанесения бетонной смеси в полость стыка.

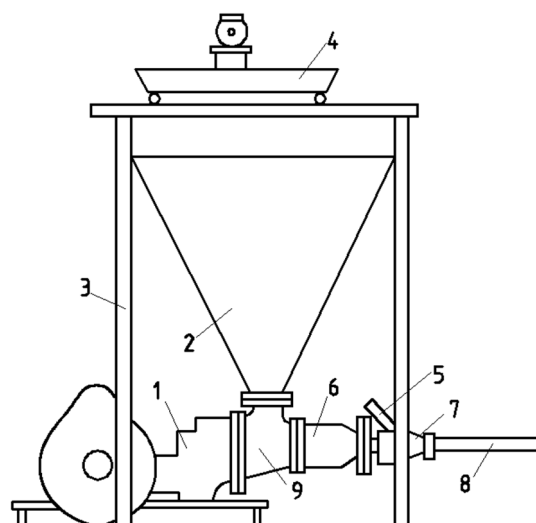


Рис. 2. Схема растворонасоса прямого действия:
 1 - насосная камера; 2 - приемный бункер; 3 - опорный столик;
 4 - вибросито; 5 - воздушный трубопровод; 6 - коробка нагнетательного клапана; 7 - смесительная камера (приставка Марчукова); 8 - материальный трубопровод; 9 - рабочая камера растворонасоса

В качестве основного оборудования установок «Пневмобетон» используют плунжерные растворонасосы С-683, С-684 и С-317Б с их производительностью соответственно 2, 4 и 6 м³/ч, переоборудованные на прямооточную схему подачи и дополнительно оборудованные смесительной камерой (приставкой Марчукова). Воздух к смесительной камере подают под давлением 0,4 - 0,6 МПа, что обеспечивает выход струи мелкозернистой бетонной смеси из сопла со скоростью 70 - 90 м/с.

Анализируя достоинства и недостатки всех трех способов пневматического бетонирования, необходимо отметить, что каждый из них широко используется в практике строительства для замоноличивания стыковых соединения железобетонных конструкций. Однако при использовании тонкостенных изделий для устройства ограждающих строительных конструкций в виде армоцементных элементов, изготавливаемых по новой струйной технологии бетонирования, наиболее эффективным способом пневматического бетонирования является способ мокрого торкретирования.

Конструктивная форма стыкового соединения армоцементных элементов толщиной 20 мм с учетом особенностей технологии изготовления армоцементных изделий, требований действующего нормативного документа [1] и технологических особенностей замоноличивания стыков должна иметь следующий вид, представленный на рис. 3.

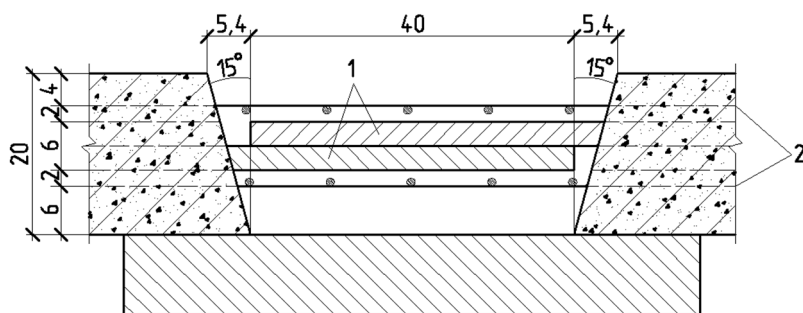


Рис. 3. Вид стыкового соединения тонкостенных изделий из армоцементных элементов:
 1 - рабочие стержни ненапрягаемой арматуры; 2 - сетки

Подбор рациональных составов торкретбетон в любом случае довольно сложная техническая задача и её решение определяется в первую очередь выбором способа пневматического бетонирования и соответствующего оборудования, проектных характеристик готового торкретбетона, условий нанесения и качеством используемых материалов. В ряде стран существует практика использования качественных сухих строительных смесей, состоящих из высокоактивных портландцементов, чистых фракционных заполнителей, эффективных химических добавок. В этом случае торкретбетон отличается стабильными показателями качества, при экономических расходах цемента. Сухие строительные смеси являются наиболее эффективными

материалами для устройства надежных стыковых соединений тонкостенных ограждающих строительных конструкций.

Выводы

В результате поиска эффективных решений по технологии устройства стыков тонкостенных ограждающих конструкций намечены пути выбора конструктивной формы стыкового соединения, эффективных материалов для замоноличивания стыков, рационального способа укладки и уплотнения материала в полости стыка.

SUMMARY

Search results of effective decisions on technology of the device of joints thin-walled protecting a game-struktsy, constructive forms consisting of working out connections, a choice of technologically expedient way of packing and consolidation of a material filling in a cavity of a joint, selection of effective materials for filling of joints are considered.

Литература

- 1.СНИП 2.03.03-85. Армоцементные конструкции / Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1985. – 24 с.
- 2.Бабиченко В. Я. Новий етап у технології виготовлення армоцементних конструкцій. – Будівництво України, 2007. - №7. – С. 15-17.
- 3.Бабиченко В. Я. Ефективне використання струменевої технології бетонування тонкостінних конструкцій для будівництва малоповерхових житлових будинків. – Будівництво України, 2009. – С.13-16.
- 4.Бабиченко В. Я. Исследование технологии заделки стыков водоканализационных емкостных сооружений методом торкретирования: Автореф. дис... канд. техн. наук / ХАДИ. – Х. , 1970. – 16 с.
- 5.Методические рекомендации по производству бетонных работ способом пневмобетонирования. – М.: ЦНИИОМТП Госстроя СССР, 1983. – 28 с.