

**ПРИМЕНЕНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ ТОНКОСТЕННОЙ  
НЕСЪЕМНОЙ ОПАЛУБКИ  
В ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЯХ**

**Бабиченко В. Я., д. т. н., профессор,  
Кирилюк С. В., к.т.н., ассистент, Черепашук Л.А., аспирант**

*Одесская государственная академия строительства  
и архитектуры, Украина*

Тонкостенную железобетонную опалубку в виде плит все чаще используют при возведении гидротехнических, энергетических объектов, фундаментов под оборудование, массивных колонн и стеновых конструкций в промышленном строительстве, при возведении сборно-монолитных зданий и сооружений с простой конфигурацией и значительными опалубочными поверхностями.

Тонкостенные железобетонные плиты несъемной опалубки после бетонирования монолитной конструкции остаются ее составной частью. Их применение отличается экономией трудозатрат на стройплощадке, сокращением сроков, повышением культуры производства и архитектурных достоинств сооружения. Железобетонные элементы отличаются высоким качеством лицевых поверхностей, поскольку изготавливаются в специальных формах, предотвращающих адгезию бетона с их поверхностью [1].

При использовании несъемной опалубки из тонкостенных железобетонных элементов в гидротехнических сооружениях, такая опалубка должна выполнять не только несущие, но также и защитные функции, то есть защищать монолитные конструкции от воздействия агрессивных вод, механических воздействий, попеременного замораживания и оттаивания, увлажнения и высыхания, а также служить в качестве гидроизоляции.

Защитные свойства должны иметь не только тонкостенные железобетонные элементы, но также и их стыковые соединения. Современная технология, в том числе и в условиях строительной площадки (полигон в условиях объекта строительства) позволяет обеспечить необходимые прочность и плотность бетона в тонкостенных железобетонных элементах несъемной опалубки [2].

Главным образом, надо было решить проблему обеспечения надежности и долговечности стыковых соединений элементов

несъемной тонкостенной железобетонной опалубки в гидротехнических конструкциях, которые находятся в зоне переменного уровня воды. Коррозия бетона в этих условиях может вызываться многими причинами, в частности: химическим воздействием воды; механическим воздействием воды (удары волн и т. п.); попеременным увлажнением и высыханием; попеременным замораживанием и оттаиванием.

Сначала был разработан эффективный способ замоноличивания стыков тонкостенных железобетонных элементов несъемной опалубки, который позволил укладывать в полость стыка с интенсивным уплотнением мелкозернистый бетон замоноличивания при обеспечении его плотности и прочности в процессе эксплуатации.

Известно, что на прочность контакта бетона замоноличивания в стыковом соединении с поверхностью основного бетона тонкостенных железобетонных изделий влияют ряд важных факторов: состояние поверхности основного бетона; состав и качество бетона замоноличивания; способы укладки и уплотнения бетона замоноличивания; условия твердения бетона замоноличивания в полости стыка [3].

Кроме этого долговечность контакта старого и нового бетонов в стыке зависит от их физико-химической однородности. С учетом того, что тонкостенные железобетонные изделия изготавливаются, как правило, с использованием портландцемента, то для получения прочного и долговечного контакта бетона замоноличивания с поверхностью тонкостенных изделий надо рекомендовать для бетона замоноличивания стыков использовать мелкозернистые бетонные смеси, которые готовятся также с использованием портландцемента.

Прочность контакта бетона замоноличивания стыков с бетонными поверхностями тонкостенных железобетонных элементов несъемной опалубки в значительной степени зависит от способа укладки и уплотнения мелкозернистого бетона замоноличивания в полости стыка. Известно, что с увеличением интенсивности механических воздействий на бетонную смесь в процессе ее укладки в стык прочность контакта мелкозернистого бетона замоноличивания с поверхностью бетона тонкостенных железобетонных элементов существенно увеличивается.

Наиболее эффективной технологией по укладке с интенсивным уплотнением мелкозернистой бетонной смеси повышенной жесткости на поверхность старого бетона, является технология торкретирования с помощью сжатого воздуха. При этом не только обеспечиваются необходимые прочность и плотность нового бетона, но и достигается

повышенная прочность сцепления нового бетона замоноличивания с поверхностью старого бетона элементов несъемной опалубки.

Таким образом, можно предположить, что интенсивные механические воздействия на бетонную смесь в процессе торкретирования стыков, ускоряют все химические процессы структурообразования и уплотнения структуры цементного камня не только в полости стыка, но и на контакте нового бетона замоноличивания с бетонной поверхностью старого бетона тонкостенных железобетонных элементов несъемной опалубки.

Технологические особенности способа мокрого торкретирования создают необходимые условия для обеспечения надежной монолитности стыкового соединения тонкостенных железобетонных изделий с помощью, как физических сил, обуславливающих на первой стадии надежный процесс смачивания, так и сил химической связи, которые способствуют, на второй стадии процесса, надежному сращиванию нового бетона замоноличивания с поверхностью старого бетона тонкостенных железобетонных изделий.

Далее с учетом технологических особенностей способа замоноличивания надо было разработать конструктивно-технологические решения стыковых соединений тонкостенных железобетонных изделий, которые должны обеспечить не только прочностные качества мелкозернистого бетона в полости стыка, но и необходимую прочность контакта (сцепления) бетона замоноличивания с бетонными поверхностями стыкуемых железобетонных элементов несъемной опалубки.

Конструктивно-технологические решения стыков тонкостенных железобетонных элементов несъемной опалубки находятся в зависимости от технологических особенностей способа укладки и уплотнения мелкозернистой бетонной смеси в полости стыка, то есть от технологических особенностей способа мокрого торкретирования [4].

При разработке новых конструктивно-технологических решений стыков тонкостенных железобетонных элементов несъемной опалубки в ограждающих стеновых конструкциях под замоноличивания их способом мокрого торкретирования должны обеспечиваться следующие условия: свободный выход сжатого воздуха из полости стыка при торкретировании; необходимое сцепление бетона замоноличивания с поверхностью тонкостенных железобетонных элементов; необходимые прочность и плотность бетона замоноличивания в полости стыка.

Были разработаны различные формы, как армированных, так и неармированных стыков между тонкостенными железобетонными элементами несъемной опалубки. Стыки армированные имеют форму клина с наклоном боковых граней под углом  $15^\circ$  относительно продольной оси струи торкрета (рис. 1а). В неармированных стыках тонкостенные железобетонные элементы располагаются на расстоянии 20 мм друг от друга. Половина дальнейшей поверхности стыка длиной 40 мм имеет наклон под углом  $45^\circ$  по обеспечению наилучших условий для формирования плотной структуры торкрета в полости стыка. Вторая половина поверхности стыка имеет боковые грани расположены под углом  $15^\circ$  для свободного выхода сжатого воздуха из полости стыка в процессе его торкретирования (рис. 1б).

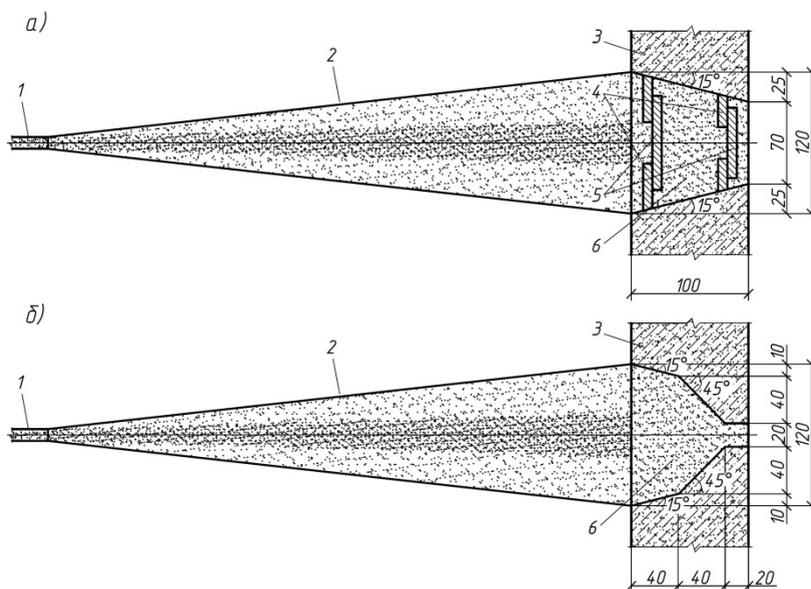


Рис. 1. Формы стыков несъемной железобетонной опалубки при их замоноличивании способом мокрого торкретирования: а) стык армированный; б) стык неармированный; 1 - сопло; 2 - струя торкрета; 3 - тонкостенный железобетонный элемент несъемной опалубки; 4 - арматурные выпуски; 5 - накладки для сварки арматурных выпусков; 6 - полость стыка тонкостенных железобетонных элементов, которая заполнена мелкозернистым бетоном

## *Заклучение*

Таким образом, совершенствование технологии устройства несъемной опалубки из тонкостенных железобетонных элементов заключается в разработке новых конструктивно-технологических решений стыковых соединений тонкостенных железобетонных элементов несъемной опалубки гидротехнических сооружений, как армированных, так и неармированных, которые должны не только обеспечивать необходимые физико-механические свойства бетона замоноличивания в полости стыка, в том числе и на контакте старого и нового бетонов, но и создавать необходимые условия для использования способа мокрого торкретирования.

### **Summary**

**Improving the technology of the device permanent shuttering of thin-walled concrete elements is to develop new constructional and technological solutions of butt joints of thin-walled concrete elements of permanent shuttering of hydraulic structures as reinforced and unreinforced, which should provide the necessary conditions for the use of the wet gunning.**

## *Литература*

1. Производство гидротехнических работ: [ч.1, учеб. для вузов] / В.И. Телешев, Н.И. Ватин, А.Н. Марчук, А.И. Чураков – М.: Асс. строит. вуз., 2008. – 430 с.
2. Бабиченко В.Я. Струйная технология бетонирования с применением эластичных метательных устройств: дис ... доктора техн. наук: 05.23.08 / Бабиченко Виктор Яковлевич. - Одесса, 2011. – 284 с.
3. Микульский В. Г. Сцепление и склеивание бетона в сооружениях / Микульский В. Г. – М.: Стройиздат, 1965. – 128 с.
4. Кирилюк С.В. Технология торкретирования стыков тонкостенных фибробетонных изделий в ограждающих стеновых конструкциях: дис ... канд. техн. наук: 05.23.08 / Кирилюк Станислав Владимирович. – Одесса, 2014. – 145 с.