

УДК: 69.022.32

**УСТРОЙСТВО ТОНКОСТЕННОЙ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ НЕСЪЕМНОЙ ОПАЛУБКИ**

В. Я. Бабиченко, С. В. Кирилюк, Л. А. Черепашук

*Рассмотрены результаты исследования по устройству несъемной опалубки монолитных ограждающих конструкций с использованием тонкостенных железобетонных элементов, изготовленных из тяжелого мелкозернистого бетона.*

**Ключевые слова:** конструкция стены, опалубка, бетонирование, тонкостенный элемент, железобетонная опалубка.

**ВЛАШТУВАННЯ ТОНКОСТІННОЇ ЗАЛІЗОБЕТОННОЇ НЕЗНІМНОЇ ОПАЛУБКИ**

В. Я. Бабіченко, С. В. Кирилюк, Л. А. Черепашук

*Розглянуто результати дослідження по влаштуванню незнімної опалубки монолітних огорожувальних конструкцій з використанням тонкостінних залізобетонних елементів, виготовлених з важкого дрібнозернистого бетону.*

**Ключові слова:** конструкція стіни, опалубка, бетонування, тонкостінний елемент, залізобетонна опалубка.

**DEVICE THIN-WALLED REINFORCED CONCRETE PERMANENT FORMWORK**

V. Babichenko, S. Kyrylyuk, L. Cherepashchuk

*The results of studies of the device monolithic permanent shuttering walling using thin-walled concrete elements made of a heavy fine concrete.*

**Keywords:** wall construction, formwork, concrete, thin-walled element, concrete formwork.

Перспективным направлением развития строительства является сочетание в единой ограждающей конструкции монолитного и сборного железобетона. Эффективным в данном случае оказывается комбинированное совместное использование двухсторонней сборной тонкостенной железобетонной опалубки с внутренним бетонным слоем в ограждающих конструкциях стен, перекрытий и других конструктивных элементах.

Несъемная опалубка из тонкостенных железобетонных плит нашла широкое распространение при новом строительстве и реконструкции зданий и сооружений. Ее с успехом применяют при возведении гидротехнических, энергетических объектов, фундаментов под оборудование, массивных колонн и стен в промышленном и гражданском строительстве (рис. 1).

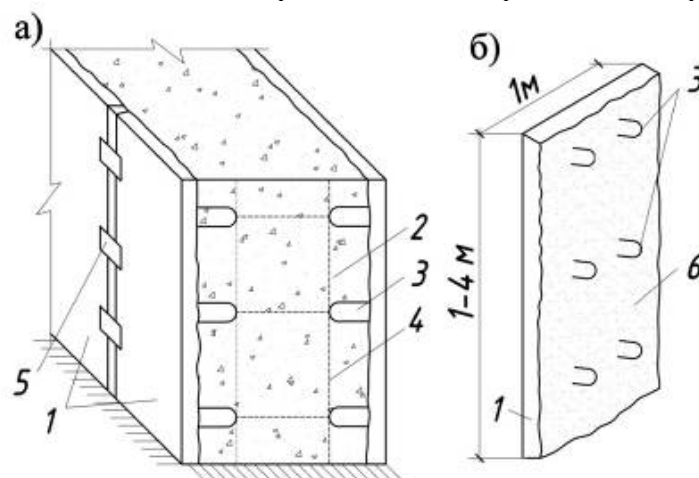


Рисунок 1 – Конструкция стен из тонкостенных железобетонных элементов:

а – общий вид; б – плоские опалубочные плиты;

1 – опалубочная плита; 2 – бетон основной конструкции; 3 – анкерующие петли-выпуски; 4 – армокаркас основной конструкции; 5 – накладка для сварного соединения закладных деталей элементов опалубки; 6 – активная поверхность элемента несъемной опалубки

Несъемная опалубка после укладки среднего слоя монолитного бетона между элементами несъемной опалубки и завершения последующих процессов ее омоноличивания остается в теле забетонированной конструкции и работает в ней как одно целое. Опалубка не только образует форму сооружения, его архитектурное оформление, но и защищает ограждающую конструкцию от атмосферных воздействий, повышает прочностные характеристики конструкции, улучшает режим твердения внутреннего слоя бетона. Выпуски арматуры и сама внутренняя поверхность сборной железобетонной опалубки должна быть неровной, шероховатой, что способствует лучшему контакту между внутренней поверхностью несъемной опалубки и укладываемым монолитным бетоном. Использование несъемной опалубки значительно повышает производительность труда при устройстве ограждающей конструкции [1].

Данная опалубка рекомендуется, как правило для устройства сборных монолитных конструкций зданий и сооружений простой конфигурации и с большими опалубливаемыми поверхностями. Их устанавливают в проектное положение таким образом, чтобы внешние плоскости этих элементов совпадали с поверхностью возводимой монолитной конструкции. Совмещение функционального назначения несъемной опалубки может включать не только формообразующую функцию строительной конструкции, но и, если необходимо функции опалубки-облицовки или опалубки-изоляции.

В нашем случае тонкостенные железобетонные элементы изготавливаются в условиях строительной площадки или на приобъектном полигоне, поэтому могут иметь различную фактуру, размеры, форму и конфигурацию в зависимости от требований проекта. Изготовление элементов несъемной опалубки в условиях строительной площадки сокращает трудозатраты на транспортирование, исключает повреждения тонкостенных элементов, вызванные динамическими нагрузками при транспортировании с завода-изготовителя на объект.

Конструкция ограждающих стен в данном случае решена в виде скорлуп из тонкостенных железобетонных элементов, которые устанавливают с наружной и внутренней стороны конструкции, пространство между ними заполняют бетонами низкой теплопроводности (пенобетон, керамзитобетон, перлитобетон и др.) [2].

Основными достоинствами данного решения являются: высококачественная наружная поверхность, не требующая больших затрат на отделку; снижение общих трудозатрат по сравнению с традиционными решениями (исключается разборка опалубки). В результате использования бетонов низкой теплопроводности существенно повышаются характеристики конструкций по теплотехническим свойствам, а также интенсифицируется процесс возведения ограждающих конструкций путем использования высокопроизводительных агрегатов для изготовления основных конструктивных элементов непосредственно на строительной площадке [3] (рис. 2).

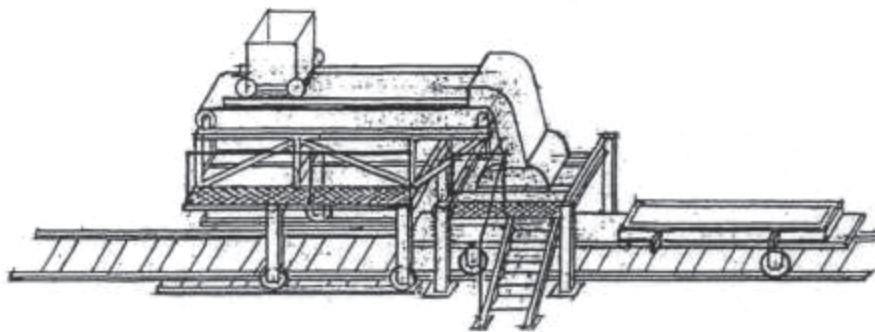


Рисунок 2 – Схема одного из вариантов мобильного комплекта технологического оборудования для изготовления тонкостенных элементов

Основными преимуществами несъемной опалубки с использованием тонкостенных железобетонных элементов являются: сокращение трудозатрат приблизительно в 2 раза за счет исключения цикла демонтажа опалубки; снижение объема монолитного бетона в связи включения опалубки как составной части конструкции; сокращение трудозатрат на отделку фасадных поверхностей [1].

При устройстве несъемной опалубки полноценными защитными свойствами должны обладать не только тонкостенные железобетонные элементы, но и их стыковые соединения.

Современная технология, в том числе и в условиях строительной площадки (приобъектного полигона) позволяет обеспечить необходимую прочность и плотность железобетона в тонкостенных элементах несъемной опалубки [4].

Торкретирование стыков тонкостенных железобетонных изделий позволяет обеспечивать надежность и долговечность стыковых соединений несъемной опалубки в ограждающих монолитных стеновых конструкциях с учетом защитных свойств несъемной опалубки.

В целом несъемная опалубка, в том числе и из железобетонных элементов, должна обладать прочностью, жесткостью и устойчивостью под воздействием монтажных нагрузок, а также нагрузок при бетонировании основной конструкции. В соответствии с требованиями действующих нормативных документов [5] класс точности смонтированной несъемной опалубки из железобетонных элементов должен быть на 1-2 класса выше класса точности бетонлируемых ограждающих стеновых конструкций.

В значительной степени надежность соединения внутренней поверхности несъемной опалубки из железобетонных элементов с бетоном внутреннего слоя основной конструкции определяется надежной связью или сцеплением между ними. Активная внутренняя поверхность опалубочных элементов несъемной опалубки, за счет технологии их изготовления [4], готова для обеспечения наилучших практических результатов адгезии (сцепления) с бетоном основной конструкции и не нуждается в устройстве борозд и обработке при помощи пескоструйного аппарата. Однако для создания равнопрочного шва-контакта бетона средней зоны и активной поверхности несъемной опалубки не редко принятых мер оказывается недостаточно и для погашения недостатка сцепления используют конструктивные меры.

Для надежного соединения активной поверхности несъемной опалубки с бетоном основной конструкции в качестве конструктивных мер широко применяют анкерные устройства (рис. 3.). Расчет их числа, приходящегося на 1 м<sup>2</sup> активной поверхности несъемной опалубки, производят с учетом фактического сцепления между активной поверхностью несъемной опалубки и бетоном основной конструкции. При этом ставится цель обеспечить равнопрочность шва-контакта, погасив дефицит сцепления за счет анкерных устройств.

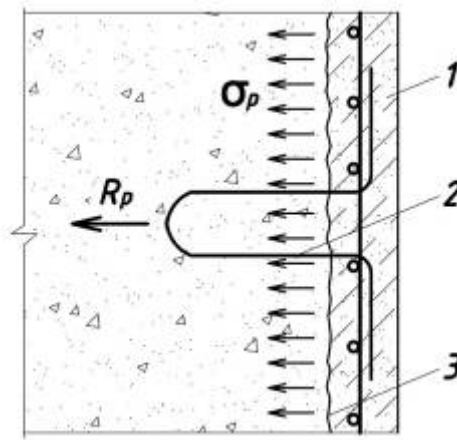


Рисунок 3 – Расчетная схема для определения числа анкерных петель:

- 1 – опалубочный элемент несъемной опалубки; 2 – двухветвевой анкер несъемной опалубки;  
3 – активная поверхность элемента несъемной опалубки

При двухветвевом анкере число анкеров (типа петли) при заданном диаметре рекомендуется определять раздельно для условий нормального отрыва и при срезе по формулам:

$$n_a = \frac{A \cdot (f_{ctd} - \sigma_n \cdot K_{yc})}{2A_s \cdot f_{yd}} = \frac{2 \cdot (3,5 - 2 \cdot 0,75)}{2 \cdot 0,00005 \cdot 360} = \frac{4}{0,36} = 11 \text{ шт}, \quad (1)$$

$$n'_a = \frac{A \cdot (f_{cw} - \tau \cdot K_{yc})}{2A_s \cdot f_{ytw}} = \frac{2 \cdot (5,25 - 5 \cdot 0,75)}{2 \cdot 0,00005 \cdot 240} = \frac{2,74}{0,24} = 12 \text{ шт}, \quad (2)$$

где  $\sigma_n$  – нормальное сцепление между бетоном ограждающей стеновой конструкцией и несъемной опалубкой, МПа;  $\tau$  – то же, касательное, МПа;  $f_{ctd}$  – предел прочности бетона

ограждающей стеновой конструкции при растяжении, МПа;  $f_{cw}$  – то же, при срезе, МПа;  $K_c$  – коэффициент условия работы при укладке бетона ограждающей стеновой конструкции (летом  $K_{yc}=0,75$ );  $A$  – суммарная площадь активной поверхности несъемной опалубки из фибробетонных элементов площадью  $1 \text{ м} \times 2 \text{ м}$ ,  $\text{м}^2$ ;  $A_s$  – площадь сечения одной ветви анкера,  $\text{м}^2$ ;  $f_{yd}$  – предел прочности анкера при растяжении, МПа;  $f_{yw}$  – то же, при срезе, МПа.

Из двух значений  $n_a$  и  $n_a$  принимаем наибольшее – 12 шт. анкерных петель из арматурных стержней класса А400 диаметром 8 мм.

### Висновки

- Торкретирование стыков тонкостенных железобетонных изделий позволяет обеспечивать надежность и долговечность стыковых соединений несъемной опалубки в ограждающих монолитных стеновых конструкциях с учетом защитных свойств несъемной опалубки.
- Для надежного соединения активной поверхности несъемной опалубки с бетоном основной конструкции в качестве конструктивных мер применяют анкерные устройства.
- При двухветвевом анкере число анкеров (типа петли) при заданном диаметре рекомендуется определять отдельно для условий нормального отрыва и при срезе и из двух значений принимать наибольшее.

### Використана література

1. Теличенко В. И., Терентьев О. М., Лapidус А. А. «Технология возведения зданий и сооружений» учебник для студентов высших учебных заведений – М.: «Высшая школа», 2004. – 446 с.
2. Ограждающие конструкции с использованием бетонов низкой теплопроводности / Баженов Ю. М., Король Е. А., Ерофеев В. Т., Митина Е. А. – М. : Издательство Ассоциации строительных вузов, 2008. – 320 с.
3. Серия «Строитель». Бетоны. Материалы. Технологии. Оборудование. – М.: стройинформ, 2006. – 424 с.
4. Бабиченко В. Я. Струйная технология бетонирования с применением эластичных метательных устройств: дис. на здобуття наук. ступеня доктора техн. наук: спец. 05.23.08 «Технологія та організація промислового та цивільного будівництва» – В. Я. Бабиченко – Одесса, 2011. – 284 с.
5. ДСТУ Б В.2.8-41:2011. Опалубка для зведення монолітних бетонних і залізобетонних конструкцій. Класифікація і загальні технічні вимоги. – К. : Укрархбудінформ, 2012. – 17 с.

**Бабиченко В. Я.** – д.т.н., професор, Одеська державна академія будівництва та архітектури.

**Кирилюк С. В.** – к.т.н., асистент, Одеська державна академія будівництва та архітектури.

**Черепашук Л. А.** – аспірант, Одеська державна академія будівництва та архітектури.

**Бабиченко В. Я.** – д.т.н., профессор, Одесская государственная академия строительства и архитектуры.

**Кирилюк С. В.** – к.т.н., ассистент, Одесская государственная академия строительства и архитектуры.

**Черепашук Л. А.** – аспирант, Одесская государственная академия строительства и архитектуры.

**Babichenko V.** – Professor, Odessa State Academy of Architecture is the construction.

**Kyrylyuk S.** – Ph.D., Assistant Professor, Odessa State Academy of Architecture is the construction.

**Cherepashchuk L.** – graduate student, Odessa State Academy of Architecture is the construction.