



Бабиченко В.Я.



Кирилюк С.В.



Черепашук Л.А.

**Бабиченко В. Я., доктор техн. наук, професор,  
Кирилюк С. В., кандидат техн. наук, асистент,  
Черепашук Л. А., аспірант,  
Одеська державна академія будівництва та архітектури (ОДАБА), м. Одеса, Україна**

## УДОСКОНАЛЕНА ТЕХНОЛОГІЯ УЛАШТУВАННЯ НЕЗНІМНОЇ ОПАЛУБКИ ІЗ ТОНКОСТІННИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Запропонована нова технологія улаштування незнімної опалубки із тонкостінних залізобетонних елементів, яка є ефективним конструктивно-технологічним рішенням при зведенні тришарових огорожувальних стінових монолітних конструкцій будівель та споруд.

У комплексному процесі зведення монолітних конструкцій будівель та споруд найбільш працездатними є роботи опалубні. Тому раціональним напрямком у будівництві є розумне сполучення тонкостінних залізобетонних елементів у якості незнімної опалубки і монолітного бетону та залізобетону.

Найбільш ефективним є використання залізобетонної незнімної опалубки у вигляді плит товщиною 6–10 см у тришарових огорожувальних стінових монолітних конструкціях будівель та споруд. При використанні цього ефективного конструктивно-технологічного рішення незнімну опалубку розташовують з зовнішнього та внутрішнього боку конструкції, простір проміж шарами незнімної опалубки заповнюють необхідними бетонами, в тому числі, у разі потреби, і бетонами низької теплопровідності: пінобетоном, поризованим бетоном, піно-фосфогіпсом та ін. (рис. 1).

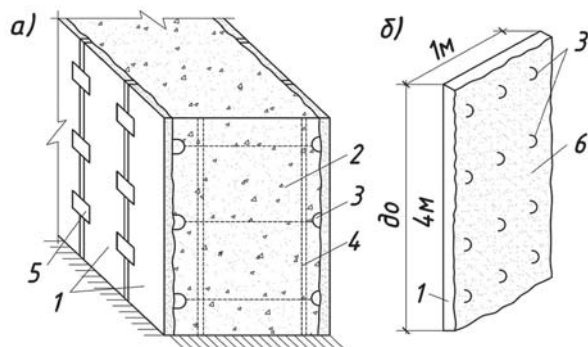


Рис. 1. Огорожувальна стінова монолітна конструкція з незнімною опалубкою із тонкостінних залізобетонних елементів:

а) – загальний вигляд; б) – плоский елемент незнімної опалубки; 1 – елементи незнімної опалубки; 2 – бетон основної конструкції; 3 – анкерні петлі-випуски; 4 – армокаркас основної конструкції; 5 – накладка для зварного з'єднання закладних деталей елементів опалубки; 6 – активна поверхня елемента незнімної опалубки

Тонкостінні залізобетонні плити незнімної опалубки після бетонування монолітної стінової конструкції залишаються її складовою частиною. Головними перевагами незнімної опалубки є скорочення працевитрат приблизно у два рази за рахунок виключення роботи по демонтажу опалубки, зниженню об'єму монолітного бетону за рахунок використання опалубки у якості складової частини монолітної стінової конструкції, скорочення працевитрат на опорядження фасадних поверхонь та практично повного виключення оздоблювальних робіт [1].

Тонкостінну залізобетонну опалубку у вигляді плит усе частіше використовують при зведенні гідротехнічних, енергетичних об'єктів, фундаментів під обладнання, масивних колон та стінових конструкцій у промисловому будівництві, при зведенні збірно-монолітних житлових та цивільних будівель та споруд із простою конфігурацією та значними опалубними поверхнями.

У випадку використання незнімної опалубки із тонкостінних

залізобетонних елементів в енергозберігаючих огорожувальних стінових конструкціях така опалубка повинна виконувати не тільки несучі, але і захисні функції, тобто захищати монолітні конструкції від дії агресивних вод, попереминого заморожування та відтавання, та також служити у якості гідроізоляції [2].

При улаштуванні незнімної опалубки повноцінні захисні властивості повинні мати не тільки тонкостінні залізобетонні елементи, але і їх стикові з'єднання. Сучасна технологія, у тому числі і в умовах будівельного майданчика (полігон в умовах об'єкту будівництва) дозволяє забезпечити необхідні міцність та щільність бетону у тонкостінних залізобетонних елементах незнімної опалубки [3].

Головним чином, треба було вирішити забезпечення надійності та довговічності стикових з'єднань елементів незнімної тонкостінної залізобетонної опалубки в огорожувальних монолітних стінових конструкціях з урахуванням захисних якостей незнімної опалубки для збереження у процесі експлуатації теплоізоляційних якостей бетону низької теплопровідності, який знаходиться у середньому шарі монолітної стінової огорожувальної конструкції.

Спочатку був розроблений ефективний спосіб замонолічування стиків тонкостінних залізобетонних елементів незнімної опалубки, який дозволив укласти в порожнину стику з інтенсивним ущільненням дрібнозернистий бетон замонолічування при забезпеченні його щільності та міцності у процесі експлуатації. Далі з урахуванням технологічних особливостей способу замонолічування треба було розробити конструктивно-технологічні рішення стикових з'єднань тонкостінних залізобетонних виробів, які повинні забезпечити не тільки міцнісні якості дрібнозернистого бетону у порожнині стику, але і необхідну міцність контакту (зчепності) бетону замонолічування з бетонними поверхнями залізобетонних елементів незнімної опалубки, що стикаються.

Умови надійної монолітності стикового з'єднання тонкостінних залізобетонних виробів кількісно можуть бути записані наступним чином:

$$f_{stk}^k > f_{stk}^c > f_{stk}^o \text{ або } f_{stk}^k > f_{stk}^c > f_{stk}^o$$

де  $f_{stk}^k$  – границя міцності при розтягу контакту бетону замонолічування з поверхнею основного бетону тонкостінних залізобетонних виробів незнімної опалубки;  
 $f_{stk}^c$  – границя міцності при розтягу бетону замонолічування у порожнині стику;  
 $f_{stk}^o$  – границя міцності при розтягу основного бетону тонкостінних залізобетонних виробів незнімної опалубки.

З умов надійної монолітності стикового з'єднання тонкостінних залізобетонних елементів незнімної опалубки виникає, що головним фактором, який характеризує міцність стику, є міцність контакту бетону замонолічування (нового бетону) з поверхнею основного (старого) бетону тонкостінних виробів. Якщо ми досягаємо надійної монолітності стикового з'єднання

або необхідної міцності контакту нового та старого бетонів, то у процесі зруйнування стиків вони повинні руйнуватися або по бетону замонолічування, або по бетону тонкостінних залізобетонних елементів.

Відомо, що на міцність контакту бетону замонолічування у стиковому з'єднанні з поверхнею основного бетону тонкостінних залізобетонних виробів впливають ряд важливих факторів: стан поверхні основного бетону; склад та якість бетону замонолічування; способи укладання та ущільнення бетону замонолічування; умови тверднення бетону замонолічування у порожнині стику.

Крім цього довговічність контакту старого та нового бетонів у стику залежить від їх фізико-хімічної однорідності. З урахуванням того, що тонкостінні залізобетонні вироби виготовляються, як правило, з використанням портландцементу, то для отримання міцного та довговічного контакту бетону замонолічування з поверхнею тонкостінних виробів треба рекомендувати для бетону замонолічування стиків використовувати дрібнозернисті бетонні суміші, які готуються також з використанням портландцементу.

Міцність контакту бетону замонолічування стиків з бетонними поверхнями тонкостінних залізобетонних елементів незнімної опалубки в значній мірі залежить від способу укладання та ущільнення дрібнозернистого бетону замонолічування у порожнині стику. Відомо, що зі збільшенням інтенсивності механічних впливів на бетонну суміш в процесі її укладання у стик міцність контакту дрібнозернистого бетону замонолічування з поверхнею бетону тонкостінних залізобетонних елементів суттєво збільшується.

Відомо, що найбільш ефективною технологією щодо укладання з інтенсивним ущільненням дрібнозернистої бетонної суміші підвищеної жорсткості на поверхню старого бетону, є технологія торкретування за допомогою стиснутого повітря. При цьому не тільки забезпечуються необхідні міцність та щільність нового бетону, але і досягається підвищена міцність зчеплення нового бетону замонолічування з поверхнею старого бетону елементів незнімної опалубки.

Таким чином, можна припустити, що інтенсивні механічні впливи на бетонну суміш в процесі торкретування стиків, прискорюють усі хімічні процеси структуроутворення та ущільнення структури цементного каменя не тільки в порожнині стику, але і на контакті нового бетону замонолічування з бетонною поверхнею старого бетону тонкостінних залізобетонних виробів незнімної опалубки.

Технологічні особливості способу мокрого торкретування створюють необхідні умови для забезпечення надійної монолітності стикового з'єднання тонкостінних залізобетонних виробів за допомогою, як фізичних сил, які обумовлюють на першій стадії надійний процес змочування, так і сил хімічного зв'язку, який сприяє на другій стадії процесу надійному зрощуванню нового бетону замонолічування з поверхнею старого бетону тонкостінних залізобетонних виробів.

Конструктивно-технологічні рішення стиків тонкостінних залізобетонних елементів незнімної опалубки знаходяться в залежності від технологічних особливостей способу укладання та ущільнення дрібнозернистої бетонної суміші у порожнині стику, тобто від технологічних особливостей способу мокрого торкретування [5].

При розробці нових конструктивно-технологічних рішень стиків тонкостінних залізобетонних елементів незнімної опалубки в огорожувальних стінових конструкціях під замонолічування їх способом мокрого торкретування повинні забезпечуватися наступні умови: вільний вихід стиснутого повітря з порожнини стику; необхідне зчеплення бетону замонолічування з поверхнею тонкостінних залізобетонних елементів; необхідні міцність та щільність бетону замонолічування в порожнині стику.

Були розроблені різні форми, як армованих, так і неармованих стиків проміж тонкостінними залізобетонними елементами незнімної опалубки. Стики армовані мають форму клина з нахилом бокових граней під кутом  $15^\circ$  відносно повздовжньої вісі струменя торкрету (рис. 2а). У стиках неармованих тонкостінні залізобетонні елементи розташовуються на відстані 20 мм один від одного. Половина подальшої поверхні стику довжиною 40 мм має нахил під кутом  $45^\circ$  щодо забезпечення найкращих умов для формування щільної структури торкрету у порожнині стику. Друга половина поверхні стику має бокові грані розташовані під кутом  $15^\circ$  для вільного виходу стиснутого повітря з порожнини стику у процесі його торкретування (рис. 2б).

### Висновки

Таким чином, удосконалення технології улаштування незнімної опалубки із тонкостінних залізобетонних елементів полягає в розробленні нових конструктивно-технологічних рішень стикових з'єднань тонкостінних залізобетонних елементів незнімної опалубки огорожувальних стінових конструкцій, як армованих, так і неармованих, які повинні не тільки забезпечувати необхідні фізико-механічні властивості бетону замонолічування у порожнині стику, в тому числі і на контакті старого та нового бетонів, але і створювати необхідні умови щодо використання підготовчих робіт та контролю якості при укладанні бетонної суміші у процесі замонолічування при використанні способу мокрого торкретування.

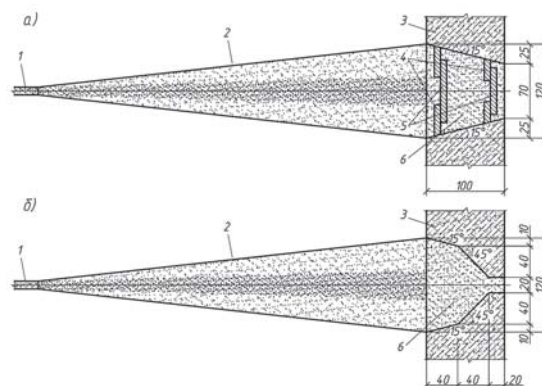


Рис. 2. Форми стиків незнімної залізобетонної опалубки при їх замонолічуванні способом мокрого торкретування:

а) стик армований; б) стик неармований;  
1 – сопло; 2 – струмінь торкрету; 3 – тонкостінний залізобетонний елемент незнімної опалубки; 4 – арматурні випуски; 5 – накладки для зварювання арматурних випусків; 6 – порожнина стику тонкостінних залізобетонних елементів незнімної опалубки огорожувальних стінових конструкцій, яка заповнена дрібнозернистим бетоном.

### Література:

1. Технология возведения зданий и сооружений: [учеб. для вузов] / В. И. Темченко, А. А. Липидус, О. М. Терентьев, В. В. Соколовский. – М.: Высш. шк. 2001. – 320 с.
2. Бабиченко В. Я. Энергоэффективные огорожувальні стінові монолітні конструкції будівель та споруд / В. Я. Бабиченко, С. В. Кирилюк, О. О. Піддубний, Л. А. Черепашук // Зб. наук. праць. – К.: ДП НДІБК, 2014. – Вип. 80. – С. 37–41.
3. 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.

4. Микульский В. Г. Сцепление и склеивание бетона в сооружениях / Микульский В. Г. – М.: Стройиздат, 1965. – 128 с.

5. 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.