

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ОГОРОДЖУВАЛЬНІ СТІНОВІ МОНОЛІТНІ КОНСТРУКЦІЇ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД

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

Одеська державна академія будівництва та архітектури
м. Одеса, Україна

АНОТАЦІЯ: Запропоновано нові енергоефективні огороджувальні стінові монолітні конструкції будівель та споруд, якими є тришарові конструктивно-технологічні рішення, з використанням у зовнішніх шарах в якості незнімної опалубки тонкостінних фібробетонних виробів, а в якості внутрішнього шару - бетонів низької теплопровідності.

АННОТАЦИЯ: Предложены новые энергоэффективные ограждающие стеновые монолитные конструкции зданий и сооружений, которые представляют трехслойные конструктивно-технологические решения, с использованием во внешних слоях в качестве несъемной опалубки тонкостенных фибробетонных изделий, а в качестве внутреннего слоя - бетонов низкой теплопроводности.

ABSTRACT: New energy-efficient building envelope wall monolithic construction of buildings and structures, which are three-layer technological solutions, using the outer layers as thin fiber concretes permanent formwork products, as well as an inner layer of concrete low thermal conductivity are proposed.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: Енергоефективність, огороджувальні конструкції, тонкостінні вироби.

Новим напрямком, який інтенсивно розвивається в багатьох країнах, є удосконалення та застосування в будівельній практиці при зведенні будівель та споруд тришарових енергоефективних огороджувальних стінових конструкцій.

Розвиток такого напрямку спричинений необхідною економією паливно-енергетичних ресурсів при експлуатації будівель та споруд, що введена в дію новим нормативним документом щодо теплової ізоляції будівель [1]. Згідно цим вимогам наведений опір теплопередачі стінових та інших огороджувальних конструкцій підвищений в цілому у порівнянні з раніше діючими нормативами у 2...2,5 рази, що викликало переоцінювання існуючих конструктивних рішень огороджувальних, в першу чергу стінових, конструкцій з метою підвищення їх теплоізоляційних властивостей [2].

Як відомо, більшість тепловтрат в будівлях та спорудах (до 68%) відбувається через огороджувальні конструкції. Із цих тепловтрат біля 67% – через світлонепроникливі конструкції (45% – через стіни, 22% – через горище та підлоги) і 33% – через світлопроникливі конструкції – вікна та двері. Для встановлення нових нормативів теплозахисту будівель та споруд за новим нормативним документом було

передбачено зниження питомого енергоспоживання до 40% щодо усіх типів будівель та споруд. До прийняття нових норм в цілому по Україні та Росії витрати на опалення склали 55 кг у.п./(m^2 рік), на гаряче водопостачання – 19 кг у.п./(m^2 рік), тобто сумарно – 74 кг у.п./(m^2 рік). Для порівняння, в Німеччині або в Фінляндії сумарні енерговитрати склали 18 кг у.п./(m^2 рік), що значно менше, ніж в Україні.

За даними Європейської асоціації виробників теплоізоляційних матеріалів, при порівнянні відносних рівнів наведеної товщини теплоізоляції зовнішніх огорожувальних конструкцій (при коефіцієнті теплопровідності – $0,05 \text{ Вт}/(m^2 \cdot ^\circ\text{C})$) показники наведеної товщини теплоізоляції у різних країнах, враховуючи орієнтовно і Україну, подані на рис. 1 [3].

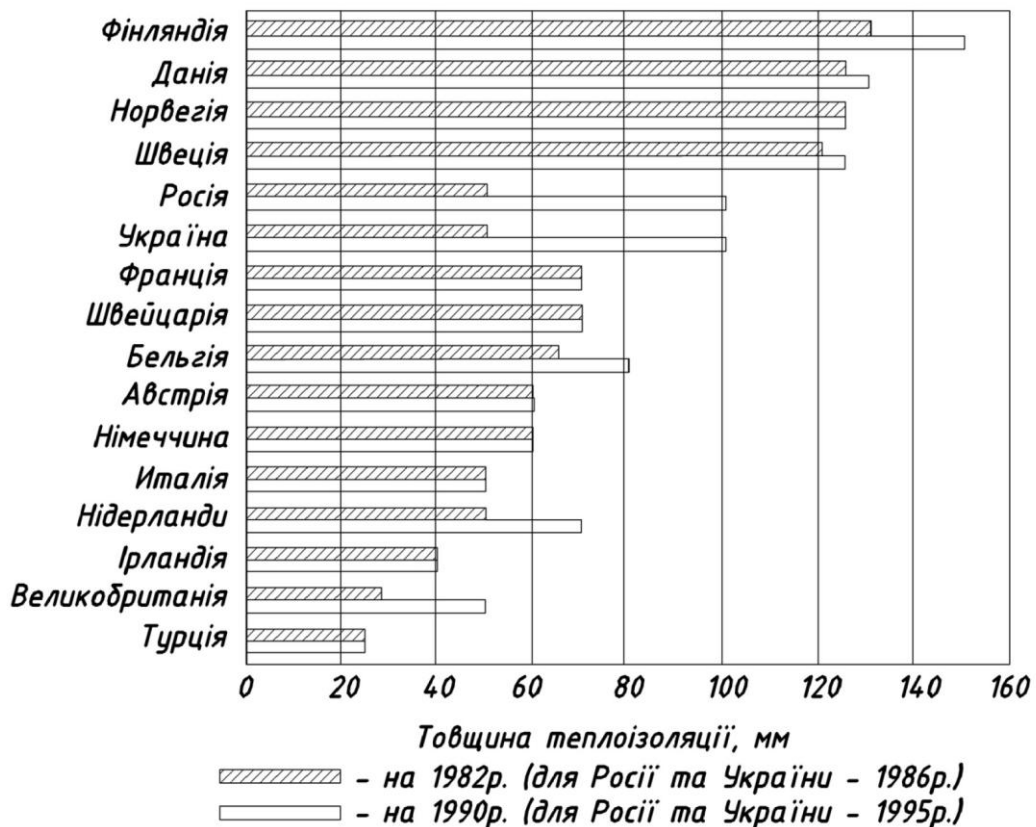


Рис. 1. Нормування наведеної товщини теплоізоляції огорожувальних конструкцій [3]

Відомо, що одним із ефективних шляхів вирішення проблеми економії паливно-енергетичних ресурсів та підвищення теплозахисту внутрішніх приміщень будівель та споруд є застосування тришарових огорожувальних стінових панелей, які мають зовнішні шари, що виготовляються з використанням конструкційних дрібнозернистих бетонів, та середній шар із низькотеплопровідних бетонів або інших теплоізоляційних матеріалів. Тришарові огорожувальні стінові панелі, які при застосуванні ефективних теплоізоляційних матеріалів забезпечують високий опір теплопередаванню, можуть використовуватися при будівництві об'єктів цивільного та промислового призначення в різних регіонах України [4].

Головним показником якості теплоізоляційного шару огорожувальної стінової монолітної конструкції є теплопровідність, яка залежить від властивостей теплоізоляційних матеріалів та їх вологості. Відомо, що теплоізоляційні матеріали

огороджувальних конструкцій повинні мати показники теплопровідності не більше 0,175 Вт/(м.К) та середню щільність не більше 500 кг/м³ [5].

Теплопровідність матеріалу в теплоізоляційному шарі залежить від ступеня його пористості та характеру пор, структури, вологості, температури та від виду матеріалу. Найбільший вплив на теплопровідність матеріалу в процесі експлуатації тришарової огороджувальної стінової конструкції має пористість теплоізоляційного матеріалу. Чим менша середня щільність теплоізоляційного матеріалу, тим більше у ньому пор, які заповнені повітрям, що має незначну теплопровідність – 0,023 Вт/(м.К). Зміна вологості теплоізоляційних матеріалів суттєво впливає на зміну їх теплопровідності. У зв'язку з тим, що теплопровідність води – 0,58 Вт/(м.К), тобто у 25 разів вища, ніж повітря, пори, які заповнені водою, найбільш полегшено пропускають тепловий потік, тому теплопровідність матеріалу теплоізоляційного шару при підвищенні його вологості значно зростає [6].

Згідно з результатами наших досліджень було встановлено, що підвищені теплоізоляційні властивості огороджувальних стінових конструкцій будівель та споруд можна забезпечити шляхом використання тришарових огороджувальних стінових монолітних конструкцій, в яких у якості незнімної опалубки застосовуються тонкостінні фібробетонні вироби із використанням дрібнозернистого бетону. Використання тонкостінних фібробетонних виробів у якості незнімної опалубки дозволяє не тільки знизити масу огороджувальних стінових конструкцій, але і за рахунок їх сполучення з бетонами низької теплопровідності створити ефективні конструктивно-технологічні рішення тришарових огороджувальних стінових монолітних конструкцій з високими теплоізоляційними властивостями, які відповідають сучасним вимогам щодо енергозбереження.

Відмінною особливістю тришарових огороджувальних стінових монолітних конструкцій є те, що середній теплоізоляційний шар повинен бути захищений від зовнішніх впливів, які сприяють підвищенню вологості теплоізоляційних матеріалів, і тому при надійному захисті теплоізоляційного матеріалу до нього повинні пред'являтися в основному високі теплотехнічні вимоги та незначні вимоги у відношенні його міцності і деформативності. В сучасних умовах найбільш ефективним низькотеплопровідним матеріалом, що застосовується в якості теплоізоляційного шару, можна рекомендувати полістиролбетон з насипною щільністю пінополістиролу в межах 7...30 кг/м³.

При вирішенні питань застосування ефективних матеріалів щодо зовнішніх та внутрішнього шарів енергоефективних огороджувальних стінових монолітних конструкцій треба було забезпечити надійну щільність стикових з'єднань тонкостінних фібробетонних виробів, які використовуються у якості незнімної опалубки, що повинна забезпечити теплозахисні властивості теплоізоляційного шару стінової конструкції.

Згідно вимог нормативних документів, стики тонкостінних фібробетонних виробів по-перше повинні замонолічуватися дрібнозернистими бетонами класу щодо міцності на стик не менше, ніж клас бетону тонкостінних виробів, що об'єднуються, по-друге, необхідно забезпечити надійну монолітність стикового з'єднання тонкостінних виробів, що кількісно визначається таким чином:

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

де f_{stk}^K – міцність на осьовий розтяг контакту бетону замонолічування стику з поверхнею бетону тонкостінних фібробетонних виробів;

f_{stk}^c – міцність на осьовий розтяг бетону замонолічування у стику;

f_{stk}^o – міцність на осьовий розтяг бетону тонкостінних фібробетонних виробів, що стикаються.

Із умов надійної монолітності стикового з'єднання тонкостінних фібробетонних виробів виникає висновок, що головним фактором, який характеризує міцність стику, є міцність на осьовий розтяг контакту бетону замонолічування стику з поверхнею бетону тонкостінних фібробетонних виробів, що стикаються.

Було встановлено, що міцність контакту бетону замонолічування з поверхнею бетону тонкостінних фібробетонних виробів, та також необхідні властивості бетону замонолічування у порожнині стику досягаються при використанні для замонолічування стиків способу мокрого торкретування, який і було застосовано нами у процесі експериментальних досліджень щодо замонолічування стиків тонкостінних виробів незнімної опалубки тришарових огорожувальних стінових монолітних конструкцій.

Монолітність стикового з'єднання тонкостінних фібробетонних виробів була проаналізована нами при виготовленні та випробовуванні моделей стиків, які були замонолічені способом мокрого торкретування при наступних параметрах: швидкості струменю торкрету в межах 70...90 м/с; відстані сопла обладнання для торкретування до стику в межах 0,1...0,3 м; складах дрібнозернистої бетонної суміші – 1:2; 1:2,5; 1:3 (витрата матеріалів за масою).

Аналізом характеру руйнування моделей стикових з'єднань було встановлено, що умови надійної монолітності стиків були забезпечені при швидкості струменю торкрету – 90 м/с; відстані сопла до стику – 0,1 м; складі дрібнозернистої бетонної суміші – 1:2. При цих технологічних параметрах замонолічування руйнування стиків відбувається повністю по бетону замонолічування (рис. 2, а), що підтверджує необхідні умови щодо отримання надійної монолітності стикових з'єднань тонкостінних фібробетонних виробів незнімної опалубки огорожувальних стінових монолітних конструкцій. В усіх інших випадках руйнування моделей стиків відбувалося частково по поверхні бетону тонкостінних фібробетонних виробів та частково по бетону замонолічування стиків (рис. 2, б).

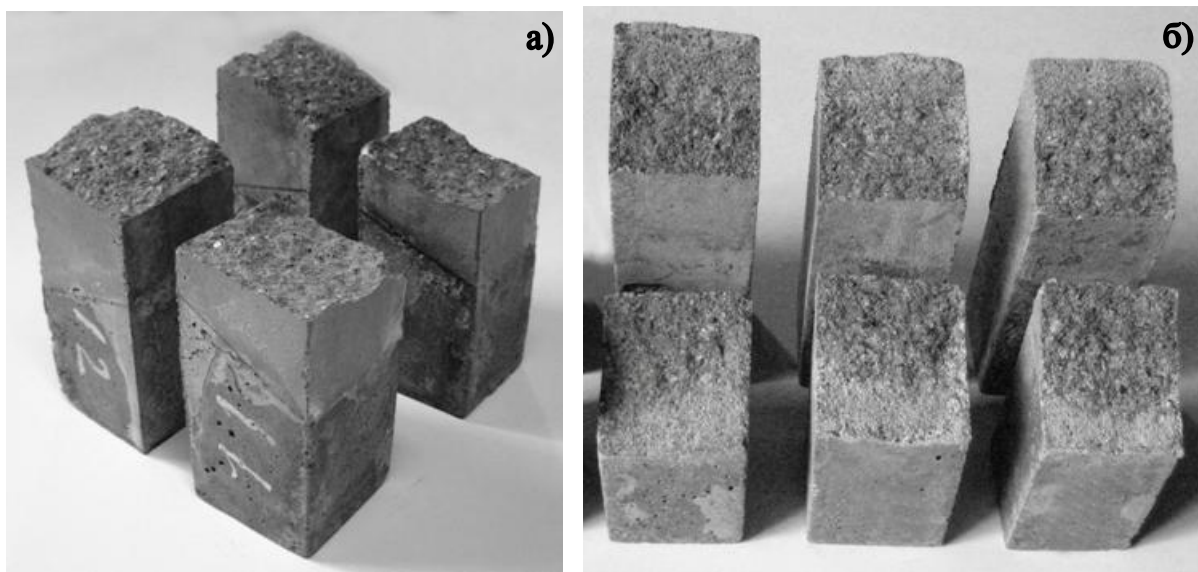


Рис. 2. Руйнування моделей стиків:

а) – по бетону замонолічування; б) – частково по контакту бетонної поверхні тонкостінних виробів, частково по бетону замонолічування стиків

Таким чином, для будівельної галузі України були запропоновані перспективні тришарові енергоефективні огорожувальні стінові монолітні конструкції, що мають конструктивно-технологічні рішення, які можуть бути вже сьогодні впроваджені у будівельне виробництво. Подальше удосконалення тришарових огорожувальних стінових монолітних конструкцій повинне бути спрямоване на пошуки шляхів зниження середньої щільності та коефіцієнта теплопровідності матеріалів теплоізоляційного шару.

ЛІТЕРАТУРА

1. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6–31: 2006. – К. : Мінбуд України, 2006. – 40 с.
2. Парута В.А. Применение автоклавного газобетона для возведения эффективных стеновых конструкций / В.А. Парута, Е.В. Брызгин // Будівельні конструкції: зб. наук. праць. – К. : ДП НДІБК, 2013. – Вип. 77. – С. 270–273.
3. 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.
4. Король Е.А. Технологическая эффективность возведения ограждений зданий из трехслойных элементов / Е.А. Король, Е.М. Пугач, А.Е. Николаев // Современное промышленное и гражданское строительство: сб. науч. трудов. – Макеевка : ДГАСА, 2007. – Том 3, №3. – С. 157–163.
5. Матеріали і вироби будівельні теплоізоляційні. Класифікація і загальні технічні вимоги: ДСТУ Б ГОСТ 16381: 2011. – К. : Мінрегіонбуд України, 2011. – 7 с.
6. Строительное материаловедение: [учебник] / [П.В. Кривенко, Е.К. Пушкарева, В.Б. Барановский и др.] – К. : Основа, 2007. – 704 с.

REFERENCES

1. Thermal insulation of buildings: DBN B.2.6–31: 2006. – K. : Ukraine Ministry of Construction, 2006. – 40 p.
2. Paruta V.A. Application autoclaved aerated concrete for the erection of effective wall construction / VA Paruta, EV Bryzgin // Building construction. Energy conservation in building: Coll. sciences. works. – K.: DP NDIBK, 2013. – Iss. 77. – P. 270–273.
3. Protecting designs using low thermal conductivity concrete / [Bazhenov Y.M., Korol E.A., Erofeev V.T., Mitina E.A.]. – M. : Publishing Association Building universities, 2008. – 320 p.
4. Korol E.A. Technical efficiency of buildings erecting fences sandwich elements / E.A. Korol, E.M. Pugach, A.E. Nikolaev // Modern industrial and civil construction: Sat scientific works. – Makeevka: DGASA, 2007. – Volume 3, № 3. – P. 157–163.
5. Materials and products for construction insulated. Classification and general technical requirements: DSTU GOST 16381: 2011. – K. : Ukraine Ministry of Regional Development, 2011. – 7 p.
6. Construction Materials: [tutorial] / [P.V. Krivenkom, E.K. Pushkareva, V.B. Baranowski et al] – K. : Osнова, 2007. – 704 p.

Стаття надійшла до редакції 25.02.2014 р.