



АВТОРИ



БАБИЧЕНКО В.Я.
Д-р техн. наук,
завідувач кафедрою
Одеської державної
академії будівництва
та архітектури



КИРИЛЮК С.В.
Канд. техн. наук,
асистент Одеської
державної академії
будівництва та
архітектури



СТРЕЛЬЦОВ К.О.
Канд. техн. наук,
асистент Одеської
державної академії
будівництва та
архітектури



ЧЕРЕПАШУК Л.А.
Аспірант Одеської
державної академії
будівництва та
архітектури

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ТРИШАРОВІ СТІНОВІ МОНОЛІТНІ КОНСТРУКЦІЇ З ТОНКОСТІННИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ЕЛЕМЕНТІВ

УДК 69.002.2

АНОТАЦІЯ

Запропоновано енергоефективні огорожувальні стінові монолітні конструкції будівель та споруд, що являють собою нові тришарові конструктивно-технологічні рішення з використанням у зовнішніх шарах в якості незнімної опалубки тонкостінних залізобетонних виробів, а в якості внутрішнього шару бетонів низької теплопровідності.

Energy-efficient building envelope wall monolithic construction of buildings and structures, which are new three-layer technological solutions, using the outer layers as permanent formwork for reinforced concrete of thin-walled elements, as well as an inner layer of concrete low thermal conductivity are proposed.

КЛЮЧОВІ СЛОВА

енергоефективні конструкції, незнімна опалубка, залізобетонні елементи

Перспективним напрямком будівництва, що інтенсивно розвивається в багатьох країнах, є удосконалення та застосування тришарових енергоефективних огорожувальних стінових конструкцій при зведенні будівель та споруд.

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 з цими вимогами наведений опір теплопередачі стінових та інших огорожувальних конструкцій підвищений в цілому у порівнянні з раніше діючими нормативами у 2...2,5 рази.

Як відомо, більшість тепловтрат в будівлях та спорудах (до 68%) відбувається через огорожувальні конструкції. Із цих тепловтрат біля 67% – через світло-непроникливі 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 витрати на опалення склали 55 кг у.п./(м²рік), на гаряче водопостачання – 19 кг у.п./(м²рік), тобто сумарно – 74 кг у.п./(м²рік). Для порівняння, в Німеччині або в Фінляндії сумарні енерговитрати склали 18 кг у.п./(м²рік), що зна-



чно менше.

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, що при застосуванні ефективних теплоізоляційних матеріалів забезпечують високий опір теплопередаванню, можуть використовуватися при будівництві об'єктів цивільного та промислового призначення [2].

Головним показником якості теплоізоляційного шару огорожувальної стінової монолітної конструкції є теплопровідність, що залежить від властивостей теплоізоляційних матеріалів та їх вологості. Відомо, що теплоізоляційні матеріали огорожувальних конструкцій повинні мати показники теплопровідності не більше 0,175 Вт/(м·К) та середню щільність не більше 500 кг/м³ [3].

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 огорожувальної стінової конструкції має пористість теплоізоляційного матеріалу. Чим менша середня щільність теплоізоляційного матеріалу, тим більше у ньому пор, які заповнених 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, заповнені водою, найбільш полегшено пропускають тепловий потік, тому теплопровідність матеріалу теплоізоляційного шару при підвищенні його вологості значно зростає [4].

Згідно з результатами наших досліджень було встановлено, що підвищені теплоізоляційні властивості огорожувальних стінових конструкцій будівель та споруд можна забезпечити шляхом використання тришарових огорожувальних стінових монолітних конструкцій, в яких у якості незнімної опалубки застосовуються тонкостінні залізобетонні вироби із використанням дрібнозернистого бетону (рис. 1). Використання тонкостінних залізобетонних виробів у якості незнімної опалубки дозволяє не тільки знизити масу огорожувальних стінових конструкцій, але і за рахунок їх сполучення з бетонами низької теплопровідності створити ефективні конструктивно-технологічні рішення тришарових огорожувальних стінових монолітних конструкцій з високими теплоізоляційними властивостями, що відповідають

сучасним вимогам щодо енергозбереження.

В даному випадку особливо тонкостінні залізобетонні елементи виготовляються в умовах будівельного майданчика або на приоб'єктному полігоні, тому можуть мати різну фактуру, розміри, форму і конфігурацію в залежності від вимог проекту. Виготовлення елементів незнімної опалубки в умовах будівельного майданчика скорочує трудовитрати на транспортування, виключає пошкодження тонкостінних елементів, викликані динамічними навантаженнями при транспортуванні з заводу-виготовлювача на об'єкт.

Основними перевагами даного рішення є: висока кісна зовнішня поверхня, що не вимагає великих витрат на обробку; зниження загальних трудовитрат у порівнянні з традиційними рішеннями (виключається розбирання опалубки). В результаті використання бетонів низької теплопровідності істотно підвищуються характеристики конструкцій по теплотехнічних властивостях, а також інтенсифікується процес зведення огорожувальних конструкцій шляхом використання високопродуктивних агрегатів для виготовлення основних конструктивних елементів безпосередньо на будівельному майданчику [5].

Відмінною особливістю тришарових огорожувальних стінових монолітних конструкцій є те, що серед-

Таблиця 1. Теплопровідність полегшеного бетону.

Заповнювач		Розміри випробуваного зразка			Маса, г	Середня щільність, кг/м ³	λ, Вт/м ² ·С
Гранітний щебінь, %	Керамзитовий гравій, %	довжина, см	ширина, см	висота, см			
20	80	15	15	14,8	5725	1719	0,62
40	60	14,9	15	14,9	6195	1860	0,76
60	40	15	15	15	6735	1996	0,93
80	20	15	15	15	7300	2163	1,13
Контроль (заповнювач – 100% керамзитовий гравій)		15	15	15	5140	1500	0,5
Контроль (заповнювач – 100% гранітний щебінь)		14,8	14,9	14,9	7890	2400	1,50

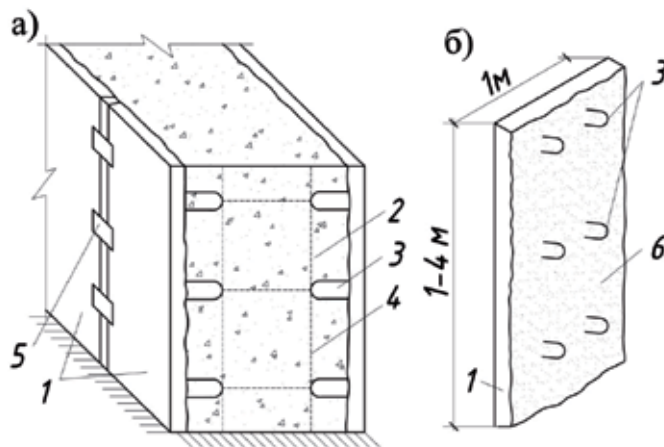


Рис.1. Конструкція тришарових стін: а – загальний вигляд; б – тонкостінні опалубні вироби; 1 – опалубні вироби; 2 – бетон основної конструкції; 3 – анкерні петлі; 4 – армокаркас; 5 – накладка для зварного з'єднання; 6 – активна поверхня опалубки.



ній 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 ефективним низькотеплопровідним матеріалом, що застосовується в якості теплоізоляційного шару, можна рекомендувати полегшений керамзитовим гравієм бетон.

У дослідженні представляло інтерес з'ясувати вплив часткової заміни гранітного щебеню керамзитовим гравієм на зміну коефіцієнта теплопровідності бетону. У дослідженнях використовувався бетон із середньою щільністю від 1500 до 2000 кг/м³. Зміст керамзитового гравію в суміші заповнювачів при цьому варіювався в діапазоні від 0 до 100 %.

Результати експерименту, наведені в табл. 1, свідчать про те, що заміна гранітного щебеню керамзитовим гравієм в інтервалі за обсягом від 20 до 80 % призводить до різкого зниження коефіцієнта теплопровідності λ від 0,62 Вт/м °С ($\rho_{cp} = 1719$ кг/м³) до 1,13 Вт/м °С ($\rho_{cp} = 2163$ кг/м³).

Теплопровідність бетону змінюється від 1,5 Вт/м °С (заповнювач – гранітний щебінь) до 0,5 Вт/м °С (заповнювач – керамзитовий гравій). У досліджуваному діапазоні середньої щільності (1850...2000 кг/м³) теплопровідність бетону змінюється від 0,75 Вт/м °С (вміст керамзитового гравію в суміші заповнювачів - 60%) до 0,91 Вт/м °С (вміст керамзитового гравію в суміші наповнювачів - 30%).

Наведений на рис. 2 в діапазоні середньої щільності бетону 1800...2100 кг/м³ коефіцієнт теплопровідності збільшується від 0,7 до 1 Вт/м °С [6].

Таким чином, для будівельної галузі були запропоновані перспективні тришарові енергоефективні огорожувальні стінові монолітні конструкції, що мають конструктивно-технологічні рішення, які можуть бути 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.

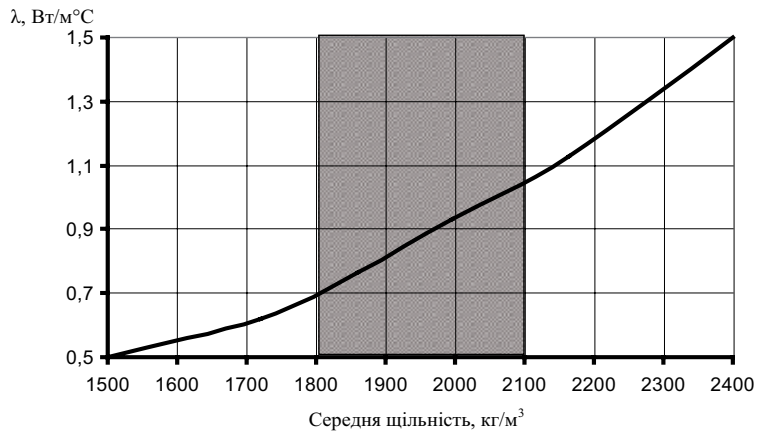


Рис.2. Вплив середньої щільності на теплопровідність бетону.

ціональний стандарт України).

4. Строительное материаловедение: учебник / [П.В. Кривенко, Е.К. Пушкарева, В.Б. Барановский и др.]. – К. : Основа, 2007. – 704 с.
5. Бабиченко В.Я. Устройство тонкостенной железобетонной несъемной опалубки / В.Я. Бабиченко, С.В. Кирилюк, Л.А. Черепащук // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – Вінниця, 2015. – № 2. – С. 52–55.
6. Стрельцов К.А. Влияние вида заполнителей на теплопроводность бетона / К.А. Стрельцов, Т.И. Барабаш, Н.В. Кирсанов // Вісник ОДАБА. – Одеса: ОДАБА. - 2012. – Вип. №48. – С. 114-117.

REFERENCES

1. Thermal insulation of buildings: DBN B.2.6–31: 2006. – [Valid from 2007-04-01]. - К. : Ukraine Ministry of Construction, 2006. – II, 65 p. – (Building norms of Ukraine).
2. Bazhenov Y.M., Korol E.A., Erofeev V.T., Mitina E.A. Ograzdayushie konstruktzii s ispolzovaniem betonov nizkoj teploprovodnosti [Protecting designs using low thermal conductivity concrete]. – М. : Publishing Association Building universities, 2008. – 320 p.
3. Materials and products for construction insulated. Classification and general technical requirements: DSTU GOST 16381: 2011. – [Valid from 1997-07-01]. – К. : Ukraine Ministry of Regional Development, 2012. – IV, 6 p. – (State Standart of Ukraine).
4. Stroitelnoe materialovedenie [Construction Materials]: [tutorial] / [P.V. Krivenko, E.K. Pushkareva, V.B. Baranowski et al] – К. : Osnova, 2007. – 704 p.
5. Babichenko V.Y., Kyrylyuk S.V., Cherepashchuk L.A. Device thin concrete permanent formwork // Suchasni tehnologii, materialy i konstruktzii v budivnitstvi [Modern technologies, materials and constructions in building]. - Vinnitsa, 2015. - № 2. - P. 52-55.
6. Streltsov K.A., Barabash T.I., Kirsanov N.V. Influence of the type of aggregates on the thermal conductivity of concrete // Vestnik ODABA [News ODABA]. - Odessa: ODABA. - 2012. - №48. - P. 114-117.

ЛІТЕРАТУРА

1. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6–31: 2006. – [Чинний від 2007-04-01]. – К. : Мінбуд України, 2006. – II, 65 с. – (Будівельні норми України).
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. Матеріали і вироби будівельні теплоізоляційні. Класифікація і загальні технічні вимоги: ДСТУ Б ГОСТ 16381: 2011. – [Чинний від 1997-07-01]. – К. : Мінрегіонбуд України, 2012. – IV, 6 с. – (На-