

УДК 693.98

АНАЛІЗ НОВИХ КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ СТІНОВИХ КОНСТРУКЦІЙ

Менейлюк О.І., Черепашук Л.А., Олійник Н.В.
Одеська державна академія будівництва і архітектури

Стаття присвячена новим конструктивно-технологічним рішенням зведення багатошарових огороджувальних стінових конструкцій будівель і споруд. Новизна цих рішень підтверджена патентами на корисні моделі [9; 10; 11]. Дані технології полягають у використанні у своїй конструкції енергоефективних матеріалів у вигляді незнімних опалубок. В роботі представлені результати досліджень нових технологій. Дослідження полягають у порівнянні нових конструктивних рішень з традиційними за 6 критеріями.

Ключові слова: багатошарові конструкції, нові енергоефективні технології, огороджувальні конструкції, незнімна опалубка, торкретування.

Постановка проблеми. Сучасні тенденції житлового будівництва, враховують підвищені вимоги до комфортності та енергозбереження, різноманітність конструктивних рішень, зведення будівель при мінімальній механізації будівельних робіт потребують нових конструктивних рішень стінового заповнення. Основним елементом будівель стіни, що забезпечують конструкційну міцність всієї споруди та збереження тепла. Тепловий комфорт в приміщенні досягається при дотриманні мінімально допустимого значення теплового опору зовнішніх стін. Цей показник прямо залежить від товщини стіни і теплопровідності матеріалу. Він нормується сучасним нормативним документом [3] в залежності від температурної зони експлуатації будинку. При виборі матеріалів і конструкції стін майбутнього будинку мало підібрати варіант з найкращими експлуатаційно-технічними характеристиками, що задовольняють всім згаданим вимогам. У зв'язку з цим, найбільш простим і раціональним способом економії енергії на опалення є використання багатошарових конструкцій [4, с. 311; 7, с. 4]. Застосування в багатошарових стінах утеплювача дозволяє ефективно вирішити вище зазначені проблеми з точки зору досягнення теплового комфорту всередині будівлі і довговічності конструкції. Також, в деяких випадках, швидкість зведення стін може виявитися найважливішою вимогою всього будівельного процесу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Відповідно до вимог основного нормативного документу по теплоізоляції будівель [3], основним критерієм для оцінки енергоефективності огороджувальних конструкцій є опір теплопередачі.

В роботах [1; 2; 8] дослідження направлені на улаштування енергоефективних огороджувальних конструкцій з використанням економічних матеріалів з високим термічним опором. При таких конструктивних рішеннях підвищується теплоізоляція та мінімізуються температурні містки. В роботах В.А. Парути, Е.В. Бринзіна, та ін. в якості енергоефективних матеріалів використовується автоклавний газобетон. Це дозволяє вирішити проблему енергозбереження при експлуатації будівель, знизити матеріаломісткість споруд і собівартість будівництва [1]. При товщині 0,4...0,5 м забезпечується термічний опір $3,1...4,5 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ залежно від щільності матеріалу, достатню для всіх регіонів України, а витрата теплової енергії при експлуатації таких будівель менше на 40...45% [12].

В роботі Т.А. Голови, для утеплювача запропоновано використовувати органічний матеріал – пшеничне або житнє солому, у вигляді пресованих блоків. Такий утеплювач широко використовують в якості альтернативи сучасним більш дорогим теплоізоляційним матеріалів, а несучі шари виконані з торкрет-бетону. В даному випадку, утеплювач не відчуває зовнішніх тривалих і короткочасних навантажень, тому до нього пред'являються тільки теплотехнічні вимоги. Він забезпечує необхідний тепло-вологісний режим внутрішніх приміщень, а також виконує звукоізолюючі функції. Термін служби будівельних матеріалів, що застосовуються в багатошарових стінових конструкціях, повинен забезпечувати економічну ефективність досягається як скороченням тепловтрат, так і скорочення витрат на проведення подальших капітальних ремонтів будівлі [5].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Проте використання штучних робітів у вигляді блоків автоклавного газобетону при улаштуванні стіни впливає на трудомісткість та вартість, що не розглядалась у роботах. Висока гігроскопічність газобетону вимагає заходів по запобіганню фасаду від прямого впливу атмосферних опадів. Також газобетон є крихким матеріалом. А використання солом'яних блоків, у вигляді утеплюючого шару, тягне за собою збивання та усадку матеріалу з часом. Тому розвиток нових технологій характеризується потребою в доступному і швидкому будівництві, що відповідає сучасним вимогам комфортності проживання, а головне має низьку трудомісткість та вартість.

Мета статті. Головною метою цієї роботи є розробка та дослідження нових конструктивно-технологічних рішень енергоефективних огороджувальних конструкцій.

Виклад основного матеріалу. У статті представлені основні результати досліджень нових конструктивно-технологічних рішень. Новизна запропонованих технологій підтверджена патентами на корисні моделі і обґрунтована в їх описі [9; 10; 11]. Суть цих технологій полягає у використанні незнімних опалубок з енергоефективних матеріалів. В якості енергоефективного матеріалу незнімної опалубки використовується екструдований пінополістирол, який відрізняється легкістю, завдяки чому всі роботи можна проводити без залучення важкої будівельної техніки. Така опалубка надалі служитиме шаром термоізоляції, заходи з утеплення стін проводити не треба.

сів 1 залізобетонних стійок-колон 2. Потім влаштовують опалубку. Для цього використовується комбінування незнімної опалубки зі знімною. У площині стіни теплоізоляційний матеріал, у вигляді органічних плит 3, служить опалубкою для стійок-колон. Зовні каркаса стійок-колон ставляться традиційні щити опалубки 4. Для фіксації теплоізоляційних плит 3, які знаходяться в площині стіни між залізобетонними стійками-колоннами 2, з фундаментного підстави виконуються випуски арматури 5 по периметру стін, а також з арматурного каркаса 1 стійок-колон 4 по всій висоті в шаховому порядку 6. Далі йде заливка залізобетонних стійок-колон 2.

Перевага Варіанту 2 та 3 полягає в тому, що загальну несучу здатність конструкції забезпечує спільна робота стійок-колон і монолітного диска перекриття.

Особливості технологій по варіантах 1, 2, 3 дозволяють скоротити терміни улаштування огорожувальних конструкцій. Вони виключають використання дрібноштучних матеріалів при облицюванні. В якості облицювання служить шар торкрет-бетону з обох сторін теплоізоляційного матеріалу (рис. 1, б; поз. 7, рис. 2, б; поз. 9, рис. 3, поз. 9). Основна їхня перевага полягає в тому, що обидва шари торкрет-бетону армовані сітками (рис. 1, б; поз. 5, рис. 2, б, поз. 7, рис. 3, б; поз. 7) і з'єднані між собою елементами в горизонтальному виконанні (рис. 1, б; поз. 6, рис. 2, б, поз. 8, рис. 3, б; поз. 8) утворюючи єдину конструкцію. Такий вид облицювання забезпечує безшовну естетичну поверхню стін будівлі. При цьому значно скорочуються трудові і матеріальні витрати на влаштування огорожувальних конструкцій. Немає необхідності в застосуванні спеціальної техніки [9; 10]. При використанні описаних технологій зведення огорожувальних стін в незнімній опалубці, в порівнянні зі звичайною скорочується час на опалубні роботи та утеплення будівлі. Ще однією особливістю є можливість проводити бетонні роботи при низьких температурних значеннях.

В якості порівняння Варіантів прийняті технології зведення огорожувальних конструкцій з однаковим опором теплопередачі і близькими експлуатаційними властивостями: Варіанти 1, 2, 3 – за патентами на корисні моделі № 115636, 115637, 115638, Варіант 4 – керамічна цегла з утеплювачем, Варіант 5 – газобетонні блоки.

Опір теплопередачі для кожного варіанта розрахований за формулою (1) і відповідає встанов-

леним вимогам нормативних документів [3, с. 11; 6, с. 10].

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_g} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_s} = \frac{1}{\alpha_g} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{\alpha_s} \quad (1)$$

де, R – опір теплопередачі; α_g, α_s – коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції, Вт/(м²·К), які приймаються згідно з додатком Б; R_i – тепловий опір i -го шару конструкції, (м²·К)/Вт; δ_i – товщина i -го шару конструкції, м; λ_{ip} – теплопровідність матеріалу i -го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації (розрахункова теплопровідність), Вт/(м·К); n – кількість шарів огорожувальної конструкції.

У зв'язку з цим, товщина і вага 1 м² огорожувальної конструкції різні. Ефективність варіантів визначалася по 3 критеріям (4, 5, 6 таблиці):

- 1 – вартість 1 м² стіни;
- 2 – трудомісткість зведення 1 м² стіни;
- 3 – корисна площа внутрішніх приміщень при зовнішніх розмірах будівель 10x10 м.

Такі критерії оцінки, як вартість та трудомісткість зведення стін визначалася за допомогою програмного комплексу АВК-5.

Зведена таблиця, що описує характеристики нових варіантів конструктивних рішень з традиційними, дозволить навіть починаючому забудовнику отримати відповідь на питання: «що краще – цегла, автоклавний блок чи незнімна опалубка?» і зробити самостійний усвідомлений вибір найбільш відповідного варіанту.

Результат порівняння нових конструктивно-технологічних рішень енергоефективних огорожувальних стінових конструкцій з традиційними за 6 показниками представлені в таблиці 1.

В результаті досліджень ми визначили, що найбільш енергоефективною стіною конструкцією є стіна по Варіанту № 1. Вона має досить високі теплотехнічні показники при невеликій товщині. Монолітна стіна в незнімній опалубці товщиною в 250 мм (50 мм пінополістирол, 150 мм залізобетон і 50 мм пінополістирол), має опір теплопередачі рівне 3,3 м²·°С/Вт. Якщо порівняти з традиційною технологією зведення огорожувальних конструкцій, наприклад, з цегли, то для досягнення опору теплопередачі в 3,3 м²·°С/Вт необхідно звести стіну в 1,5 цегли і додатково утеплити шаром пінополістиролу товщиною не менше 80 мм, в результаті чого отримуємо стіну товщиною в 500 мм. У зв'язку з цим, використання таких технологій дозволяє збільшити корисну

Таблиця 1

Порівняння нових конструктивно-технологічних рішень енергоефективних огорожувальних стінових конструкцій з традиційними

№ п/п	Найменування рішення	Варіант 1	Варіант 2	Варіант 3	Варіант 4	Варіант 5
		По патенту № 115636	По патенту № 115637	По патенту № 115638	Керамічна цегла	Газо-Бетонні блоки
1	Товщина стін, мм	260	310	310	500	420
2	Опір теплопередачі, м ² ·°С/Вт	3,3	3,32	3,32	3,26	3,25
3	Вага 1 м ² стін, кг	380	125	125	733	205
4	Вартість 1 м ² стін, грн	1490	1839	1465	2318	2069
5	Трудомісткість зведення стін, люд. год/м ²	8,7	14,7	14,7	18,8	15,7
6	Корисна площа внутрішніх приміщень	90,25	88,36	88,36	81	84,64

площу внутрішніх приміщень на 11,5%, знизити масу огорожувальних конструкцій майже в 2 рази. А головне, зменшується трудомісткість і вартість зведення 1 м² будівлі.

Висновки і пропозиції. Конструктивно-технологічне рішення огорожувальних конструкцій за патентом № 115636, яке полягає в улаштуванні внутрішнього монолітного шару у незнімній опалубці із пінополістиролу багато в чому перевершує кам'яні будинки. По-перше, дозволяє зробити стіни більш тонкими, а значить збільшити площу внутрішніх приміщень. У свою чергу полегшені конструкції дають можливість заоща-

дити на ціні фундаменту. Ефективна теплоізоляція стін досягається за допомогою використання пінополістиролу в якості незмінної опалубки. Вартість зведення 1 м² такої стіни дорівнює 1490 грн, трудомісткість 8,7 люд.-год, а корисна площа внутрішніх приміщень на 11,5% більше в порівнянні з цегляною стіною. Тому така технологія може бути широко застосованою, як при будівництві житлових, господарських і виробничих будівель. Адже будь-яка будівля, побудована методом незнімної опалубки, має підвищені енергозберігаючими характеристиками – самі стіни грають роль утеплювача.

Список літератури:

1. Брынзин Е. В. Применение автоклавного газобетона при возведении малоэтажных и многоэтажных зданий [Текст] / Е. В. Брынзин, В. А. Парута // Наука та будівництво. – 2015. – № 1. – С. 42-44.
2. Голова Т. А. Строительство энергоэффективных малоэтажных зданий с многослойной конструкцией «Сельская стена» // Universum: Технические науки: электрон. науч. журн. 2015, № 7(19).
3. Державні будівельні норми. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6-31:2016. – [На заміну ДБН В.2.6-31:2006; чинний від 01.05.2017]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2017. – 37 с. – (Державні будівельні норми).
4. Зарубина Л. П. Теплоизоляция зданий и сооружений. Материалы и технологии. 2-е изд. – СПб.: БХВ – Петербург, 2012. – 416 с.: ил. – (Строительство и архитектура).
5. Княтько М. В. К вопросу о долговечности и эффективности современных строительных ограждающих стеновых конструкций жилых, административных и производственных зданий / М. В. Княтько М. Н. Ефименко, А. С. Горшков // Инженерно-строительный журнал, № 2, 2008, с. 50-53.
6. Національний стандарт України. Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель: ДСТУ Б В.2.6-189:2013. – [Чинний від 01.01.2014]. – К.: Мінрегіон України, 2014. – 55 с. – (Національний стандарт України).
7. Ограждающие конструкции с использованием бетонов низкой теплопроводности (основы теории, методы расчёта и технологическое проектирование): Научное издание / [Ю. М. Баженов, Е. А. Король, В. Т. Ерофеев, Е. А. Митина]. – М.: Издательство ассоциации строительных вузов, 2008 – 320 с.
8. Парута В. А. Ограждающие конструкции энергоэффективных зданий из автоклавного газобетона [Текст] / В. А. Парута, Е. В. Брынзин // Научный журнал «Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века», № 2, 2014, с. 45-47.
9. Патент України на корисну модель UA 115636 U, МПК E04C 2/34 (2006.01). Багатошарова стінова панель / Менеїлюк О. І., Черепашук Л. А. №. u2016 10618; заявл. 21.10.2016; опуб. 25.04.2017. – Бюл. № 8/2017.
10. Патент України на корисну модель UA 115637 U, МПК (2017.01) E04B 1/00, E04B 1/76 (2006.01), E04C 2/26 (2006.01). Багатошарова огорожувальна стінова конструкція / Менеїлюк О. І., Черепашук Л. А. № u2016 10621; заявл. 21.10.2016; опуб. 25.04.2017. – Бюл. № 8/2017.
11. Патент України на корисну модель UA 1156387 U, МПК E04B 2/42 (2006.01). Багатошарова стіна / Менеїлюк О. І., Черепашук Л. А. №. u2016 106221; заявл. 21.10.2016; опуб. 25.04.2017. – Бюл. № 8/2017.
12. Чернышов Е. М. Эффективность применения ячеистого бетона в жилищном строительстве / Чернышов Е. М., Акулова И. И., Кухтин Ю. А. // Промышленное и гражданское строительство. – 2002. – № 3. – С. 29-32.

Менеїлюк А.І., Черепашук Л.А., Олейник Н.В.

Одесская государственная академия строительства и архитектуры

АНАЛИЗ НОВЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ СТЕНОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Аннотация

Статья посвящена новым конструктивно-технологическим решениям введения многослойных ограждающих стеновых конструкций зданий и сооружений. Новизна этих решений подтверждена патентами на полезные модели [9, 10, 11]. Данные технологии заключаются в использовании в своей конструкции энергоэффективных материалов в виде несъемных опалубок. В работе представлены результаты исследований новых технологий. Исследования заключаются в сравнении новых конструктивных решений с традиционными за 6 критериям.

Ключевые слова: многослойные конструкции, новые энергоэффективные технологии, ограждающие конструкции, несъемная опалубка, торкретирование.

Menelyuk A.I., Cherepaschuk L.A., Oliynyk N.V.
Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture

ANALYSIS OF NEW CONSTRUCTIVE SOLUTIONS OF ENERGY EFFICIENT HEATING CONSTRUCTIONS

Summary

The article is devoted to new constructive and technological solutions for the introduction of multi-layer enclosing wall constructions of buildings and structures. The novelty of these solutions is confirmed by patents for utility models [9, 10, 11]. These technologies consist in the use in their design of energy-efficient materials in the form of non-removable formwork. The paper presents the results of research into new technologies. The research consists in comparing the new constructive solutions with the traditional ones for 6 criteria.

Keywords: multi-layer structures, new energy-efficient technologies, enclosing structures, fixed formwork, shotcrete.