

Технічні науки

УДК 69.05: 69.07: 69.003.12: 69.003.13

Менейлюк Олександр Іванович

*доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри технології будівельного виробництва
Одеська державна академія будівництва і архітектури*

Менейлюк Александр Иванович

*доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой технологии строительного производства
Одесская государственная академия строительства и архитектуры*

Menelyuk Alexander

*PhD, Professor,
Head of the Department of Technology of Construction Production
Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture*

Олійник Наталя Володимирівна

*кандидат технічних наук,
доцент кафедри технології будівельного виробництва
Одеська державна академія будівництва і архітектури*

Олейник Наталья Владимировна

*кандидат технических наук,
доцент кафедры технологии строительного производства
Одесская государственная академия строительства и архитектуры*

Oliynyk Natalya

*PhD, Associate Professor of the Department of Technology of Construction
Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture*

Черепашук Лариса Анатоліївна

*кандидат технічних наук,
асистент кафедри технології будівельного виробництва
Одеська державна академія будівництва і архітектури*

Черепашук Лариса Анатольевна

кандидат технических наук,

ассистент кафедры технологии строительного производства

Одесская государственная академия строительства и архитектуры

Cherepaschuk Larisa

PhD, Assistant Professor of the Technology of Construction Production

Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture

**БАГАТОКРИТЕРІЙНИЙ АНАЛІЗ ВИЗНАЧЕННЯ НАЙБІЛЬШ
ЕФЕКТИВНОГО РІШЕННЯ ЗВЕДЕННЯ ОГОРОДЖУЮЧИХ
КОНСТРУКЦІЙ**

**МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАИБОЛЕЕ
ЭФФЕКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ ВОЗВЕДЕНИЯ ОГРАЖДАЮЩИХ
КОНСТРУКЦИЙ**

**MULTI-CRITERIA ANALYSIS OF DETERMINING THE MOST
EFFECTIVE DECISIONS OF CONSTRUCTION OF PROTECTIVE
STRUCTURES**

Анотація. Стаття присвячена аналізу сучасних технологій зведення огорожувальних стінових конструкцій будівель і споруд. Всі технології полягають у використанні в своїй конструкції енергоефективних матеріалів. Основною причиною, що викликала зміни в устрої огорожувальних конструкцій, став сучасний нормативний документ по теплозахисту [4]. Дослідження полягають в порівнянні нової технології зведення огорожувальних конструкцій з сучасними по багатокритеріальній аналізу.

Ключові слова: багатошарові конструкції, енергоефективні технології, огорожувальні конструкції, багатокритерійний аналіз, енергоефективність.

Аннотация. Статья посвящена анализу современных технологий возведения ограждающих стеновых конструкций зданий и сооружений. Все технологии заключаются в использовании в своей конструкции энергоэффективных материалов. Основной причиной, вызвавшей изменения в устройстве ограждающих конструкций, стал современный нормативный документ по теплозащите [4]. Исследования заключаются в сравнении новой технологии возведения ограждающих конструкций с современными по многокритериальному анализу.

Ключевые слова: многослойные конструкции, энергоэффективные технологии, ограждающие конструкции, многокритериальный анализ, энергоэффективность.

Summary. The article is devoted to the analysis of modern technologies for the construction of enclosing wall structures of buildings and structures. All technologies consist in the use of energy-efficient materials in their design. The main reason that caused changes in the structure of enclosing structures was the modern regulatory document on thermal protection [4]. Research consists in comparing the new technology of construction of enclosing structures with modern multi-criteria analysis.

Key words: multilayer structures, energy-efficient technologies, enclosing structures, multi-criteria analysis, energy efficiency.

На сьогоднішній день в Україні набрало популярність будівництво індивідуальних будинків. Як правило, це малоповерхові будинки в околицях великих міст, які задовольняють не тільки особисті потреби, а й виконують соціально-економічні завдання державних програм. Розвиток нових технологій зведення малоповерхових будівель і споруд грає важливу роль в підвищенні енергоефективності будівельної галузі. Адже сучасний ринок матеріалів представлений величезною різноманітністю продукції для підвищення ефективності будівництва. Тенденції житлового будівництва

враховують підвищені вимоги до комфортності та енергозбереження [1, с. 111; 7, с. 209]. У зв'язку з різноманітністю сучасних технологій зведення будівель і споруд і винаходом нових виникла необхідність в аналізі і виборі найбільш ефективних технологій, які дозволять зводити будинки швидше, дешевше, з мінімальними затратами і механізацією будівельних робіт і, що особливо актуально, - з максимальним теплосберігаючим ефектом.

Аналіз відомих результатів досліджень показує, що в роботах [2; 3; 6; 8; 11; 12; 13] дослідження спрямовані на поділ технологій будівництва на складові частини з метою їх вивчення. Такий аналіз полягають в основному в описі переваг і недоліків технології зведення будівель і споруд. Дані роботи допомагають скласти коротке резюме технології та їх обґрунтування.

У даній роботі пропонується застосування багатокритеріального аналізу з метою визначення найбільш ефективних рішень зведення будівель і споруд. Він є сучасним інструментом прийняття рішень в області оцінки технологій будівництва, який забезпечує раціональний, систематизований і прозорий процес прийняття рішень, заснований на використанні декількох критеріїв і забезпечує вибір тієї чи іншої технології [10]. Завдання багатокритеріального аналізу полягає в тому, що порівнювані технології, зіставляються по великому числу кількісних і якісних критеріїв.

Методика багатокритеріального аналізу для вирішення конкретного завдання включає в себе: вибір технологій для порівняння, визначення набору критеріїв (якісні і кількісні) впливають на вибір; аналізу технологій за критеріями; застосування вагових коефіцієнтів, використовуваних для оцінки альтернативних технологій і вибору найкращого варіанту.

Сучасні технології зведення малоповерхових будівель і споруд характеризуються скороченням термінів будівництва, мінімізації грошових витрат і експлуатації важкої будівельної техніки. Адже раніше, будівництво індивідуального одно-, двоповерхового будинку займало за часом рік і

більше, але сучасні технології будівництва дозволяють звести будинок за лічені місяці. Багато з таких технологій є закордонними.

Аналіз відомих способів зведення малоповерхових будівель і споруд представлені у вигляді класифікації (рис.1).

На підставі пошуку актуальних відомостей про обрані технології прийняті наступні найбільш значущі критерії оцінки:

кількісні:

- товщина стін - підраховується виходячи з товщини всіх елементів готової конструкції, мм;
- вага 1 м² стіни - підраховується виходячи з ваги всіх елементів готової конструкції, кг;
- опір теплопередачі - підраховується за вимогами нормативних документів [4], м² • С / Вт.

Опір теплопередачі для кожного рішення розраховувалося за формулою:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_{\text{з}}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{\alpha_{\text{з}}}$$

де, R – опір теплопередачі; $\alpha_{\text{в}}, \alpha_{\text{з}}$ – коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхні, Вт/(м²·К); 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 (розрахункова теплопровідність), Вт/(м·К); n - кількість шарів конструкції.

- площа приміщень при зовнішніх розмірах будівель 10x10 м - підраховується виходячи з товщини захисної конструкції, м²;
- вартість - підраховується в програмному комплексі АВК-5, грн / м²;
- схильність до усадки - прийнято на підставі нормативних документів і літературних джерел, % [2; 5; 7; 8, 12; 13];
- довговічність - прийнята на підставі нормативних документів і літературних джерел, років [2; 3; 4; 5; 7; 8, 12; 13].

якісні: сезонність будівництва; стійкість до утворення цвілі, гниття і руйнування; доставка будматеріалів.

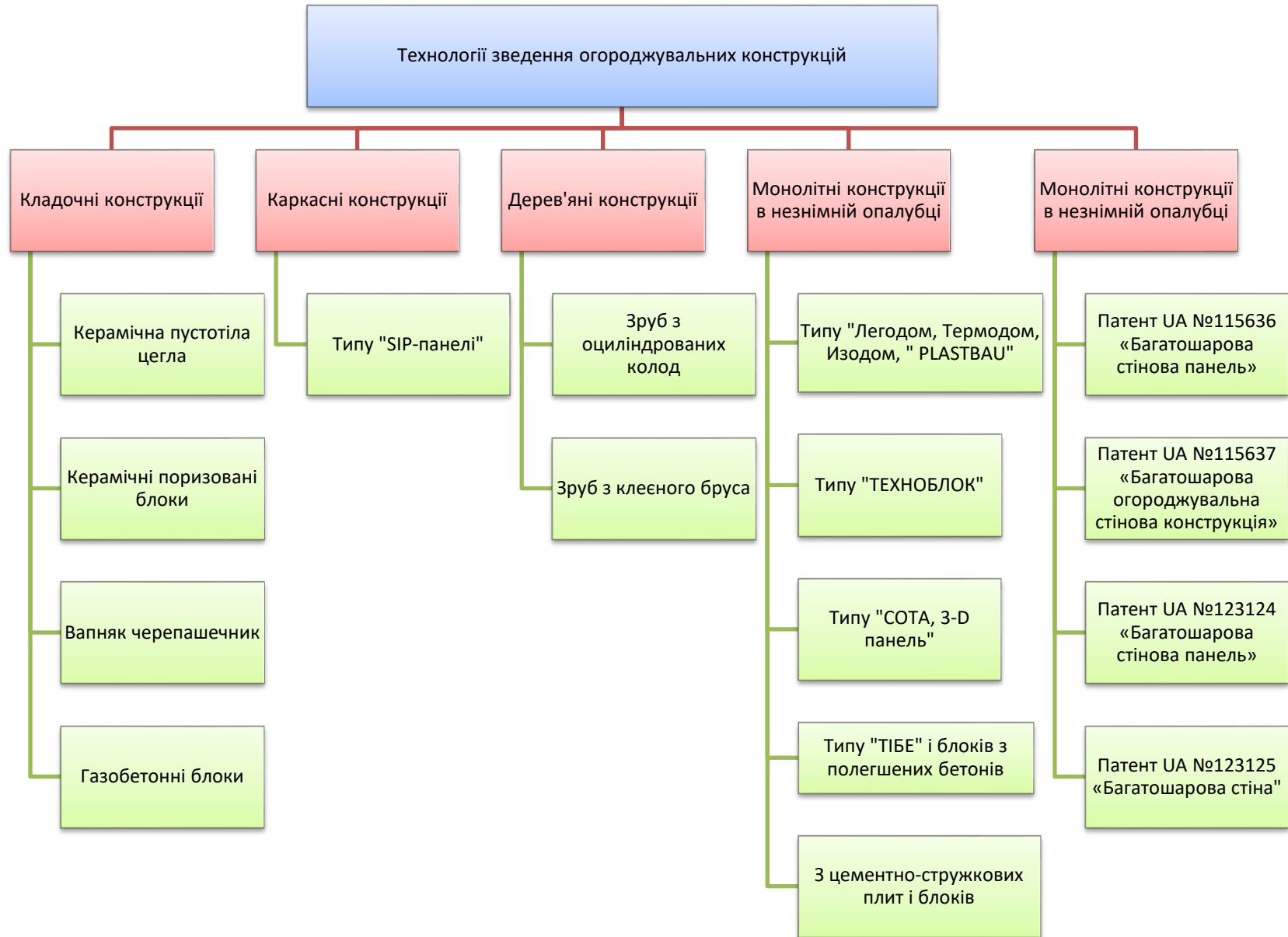


Рис. 1. Класифікація технологій будівництва малоповерхових будівель

Порівняння обраних технологій зведення огорожувальних конструкцій будівель і споруд

№ п/п	Критерії оцінки Технології зведення	Товщина стін, мм/ в балах	Опір теплопе- редачі, $\text{м}^2 \cdot \text{С} / \text{Вт} / \text{в}$ балах	Вага 1 м^2 стіни, кг/в балах	Площа приміщень при зовнішніх розмірах будівель $10 \times 10 \text{ м} / \text{в}$ балах	Вартість, грн / м^2 / в балах	Довговіч- ність, роки / в балах	Усадка матеріа- лу стін, % / мм / м	Сезон- ність будів- ництва, пора року	Стійкість до цвілі гниття і руйнуван- ня	Доставка буд. матеріалів
1	2	3	4	5	6	7	9		10	11	12
1	Керамічна пустотіла цегла з утеплювачем	530/3	3,0/10	603/2	80/9	2267/9	125/10	0/10	Тепла	Стійка	Дорога
2	Керамічні поризовані блоки	470/4	3,3/10	467/4	82,3/9	2618/8	100/8	0/10	Тепла	Стійка	Дорога
3	Вапняк-черепашник з утеплювачем	530/3	3,1/9	642/1	80/9	2587/8	100/8	5/6	Тепла	Не стійка	Дорога
4	Газобетон	420/5	2,9/9	330/6	84,6/9	1840/9	100/8	2/8	Тепла	Стійка	Середня
5	Оциліндровані колоди з утеплювачем	300/8	3,1/9	200/8	88,4/9	5065/4	50/4	10/1	Тепла	Необх. постійна. обробка	Дорога
6	Клеєний брус	250/9	3,2/10	130/9	90,2/10	7066/1	50/4	1/9	Тепла	Необх. постійна. обробка	Дорога
7	Переставна модульна опалубка типу «ТІБЕ»	400/6	2,8/8	420/4	84,6/9	1630/10	100/8	1/9	Будь-яка	Стійка	Низька

Продовження табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
8	SIP-панелі	174/10	3,1/9	38/10	93,1/10	1546/10	30/2	1/9	Будь-яка	Разова обробка	Низька
9	Незнімна опалубка «Термодом, Легодом, Изодом»	340/7	3,2/10	386/5	86,9/9	1817/9	100/8	1/9	Будь-яка	Стійка	Низька
10	Незнімна опалубка «Техноблок»	350/7	3,3/10	465/4	86,5/9	2492/8	80/6	1/9	Будь-яка	Разова обробка	Низька
11	Незнімна опалубка «Plastbau»	320/7	3,2/10	390/5	87,6/9	1876/9	100/8	1/9	Будь-яка	Стійка	Низька
12	Незнімна опалубка «СОТА, 3-D армована панель»	250/9	3,2/10	300/6	90,2/10	2369/9	100/8	1/9	Будь-яка	Стійка	Низька
13	Полістиролбетонні блоки	500/9	3,1/9	400/5	81/9	1615/10	100/8	2/8	Будь-яка	Стійка	Низька
14	Цементно-стружкові плити	640/1	3,0/9	560/2	76/8	3085/7	100/8	2/8	Будь-яка	Стійка	Низька
15	Патент UA №115636 «Багатошарова стінова панель»	290/8	3,1/9	385/5	88,7/10	1436/10	100/8	1/9	Будь-яка	Стійка	Низька
16	Патент UA №115637 «Багатошарова огорожувальна стінова конструкція»	340/7	3,1/9	120/9	86,9/9	1807/9	100/8	1/9	Будь-яка	Стійка	Низька
17	Патент UA №123124 «Багатошарова стінова панель»	290/8	3,1/9	385/5	88,7/10	1440/10	100/8	1/9	Будь-яка	Стійка	Низька
18	Патент UA №123125 «Багатошарова стіна»	340/7	3,1/9	120/9	86,9/9	1811/9	100/8	1/9	Будь-яка	Стійка	Низька

На підставі аналізу інформаційних джерел складена таблиця порівняння технологій зведення будівель і споруд за обраними критеріями (табл.1).

Критеріями вибору конструктивно-технологічного рішення огорожувальних конструкцій служать показники, які найбільш повно і об'єктивно оцінюють його основні характеристики.

Критерії вибору мають багаторівневий підхід, який передбачає вирішення численних завдань: технічних, технологічних, експлуатаційних, економічних і екологічних.

Інструментом для обробки оцінок багатокритерійного аналізу є «зведена діаграма», реалізована в програмі Microsoft Excel [9, с. 209]. Ці діаграми формуються разом зі «зведеною таблицею» (табл. 1), за допомогою якої, можна підсумувати, аналізувати, вивчати і узагальнювати дані зовнішніх джерел.

Для початку, наведемо загальну діаграму, яка згрупує значення кількісних критеріїв за всіма технологіями (рис.2).

Аналізуючи таблицю 1 і зведену діаграму (рис.2) розглянутих технологій зведення огорожувальних конструкцій видно, що такий критерій як опір теплопередачі задовольняє нормативному значенню, яке встановлене для II температурної зони $R_{qmin} = 2,8 \text{ м}^2 \cdot \text{С/Вт}$, тому, в подальшому він не розглядається. Решта критеріїв є важливими при виборі технології та використовуються для подальшого порівняння.

Розглядаючи обрані технології в таблиці 1 самими неефективними рішеннями є: цементно-стружкові плити з товщиною стіни в 640 мм і вагою 560 кг/м^2 ; керамічна цегла з товщиною в 530 мм і вагою 603 кг/м^2 , але у свою чергу, має найкращі характеристики по довговічності і усадці; вапняк-черепашник з товщиною 530 мм і ваг в 642 кг/м^2 , є не стійким до вологи і веде за собою утворення цвілі, гниття і руйнування матеріалу.

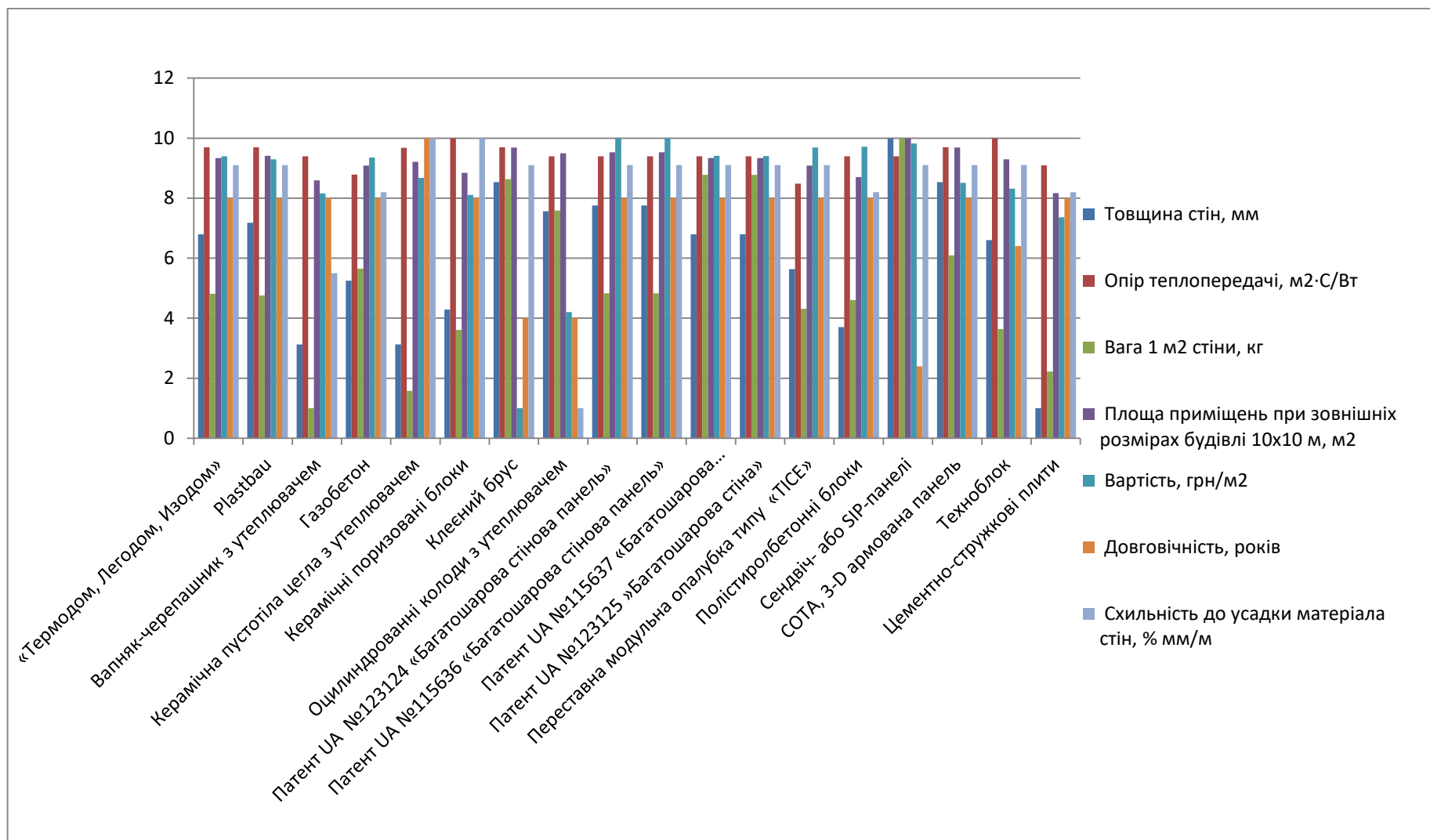


Рис. 2. Порівняння технологій зведення за балами в зведеній діаграмі

Такий критерій як вага матеріалів, впливає на дороговизну його доставки і необхідності в залученні важкої техніки для розвантаження на будівельному майданчику та має додаткове навантаження на фундамент. Одним з важливих переваг сучасних будинків є значне збільшення корисної площі будинку за рахунок відсутнього зниження товщини несучих стін. Тому в подальшому конструктивні рішення 1, 3 і 14 (табл.1) можна не враховувати. Решта технології приймаємо для подальшого аналізу за допомогою «зведених діаграм».

Критерій довговічності є основним параметром будівель, які обумовлюють якість несучих конструктивних елементів - фундаменту і стін. Протягом всього терміну служби будівлі, вони піддають технічному обслуговуванню та ремонту. Періодичність ремонтних робіт залежить від довговічності матеріалів, з яких виготовляються конструкції, впливу навколишнього середовища та інших факторів. Згрупуємо технології зведення будівель і споруд по якісному критерію стійкості до утворення цвілі гниття і руйнування і порівняємо їх технологічні показники по довговічності (рис. 3), оцінені в балах.

Діаграма порівняння технологій зведення будівель за критерієм довговічності на рис.3, визначає, що конструктивні рішення Сандвіч або SIP-панелей мають найнижчі експлуатаційні якості. Довговічність таких конструкцій становить 30 років (табл.1). Вартість 1м² таких огорожувальних конструкцій становить 1546 грн. Найбільш витратними як в економічному плані, так і в технологічному, є конструктивні рішення стін з дерева, зокрема, оциліндрованих колод і клеєного бруса. Ці матеріали вимагають постійної обробки спеціальними сумішами. У зв'язку з цим термін служби низький і становить 50 років. До того, вони є найдорожчими варіантами 5065 (оциліндрований брус) і 7066 грн/м² (клеєний брус). Хоча ефективні в плані товщини, ваги і корисної площі приміщень. Незнімна опалубка ТЕХНОБЛОК, має в якості внутрішнього

конструктивного елементу вологостійку фанеру, яка через свої фізичні властивості, вимагає разової обробки матеріалу спеціальними сумішами, що знижує її термін служби. До того, вартість 1м² такої стіни складає 2492 грн, що, в порівнянні з іншими рішеннями, є вище середнього. Тому, конструктивні рішення 5, 6, 8 і 10 (табл.1) надалі не враховуємо.

Згрупуємо технології що залишилися за критерієм витратності доставки будівельних матеріалів, також ваги і товщини стіни, які в свою чергу впливають на вибір фундаментної основи (рис. 4).

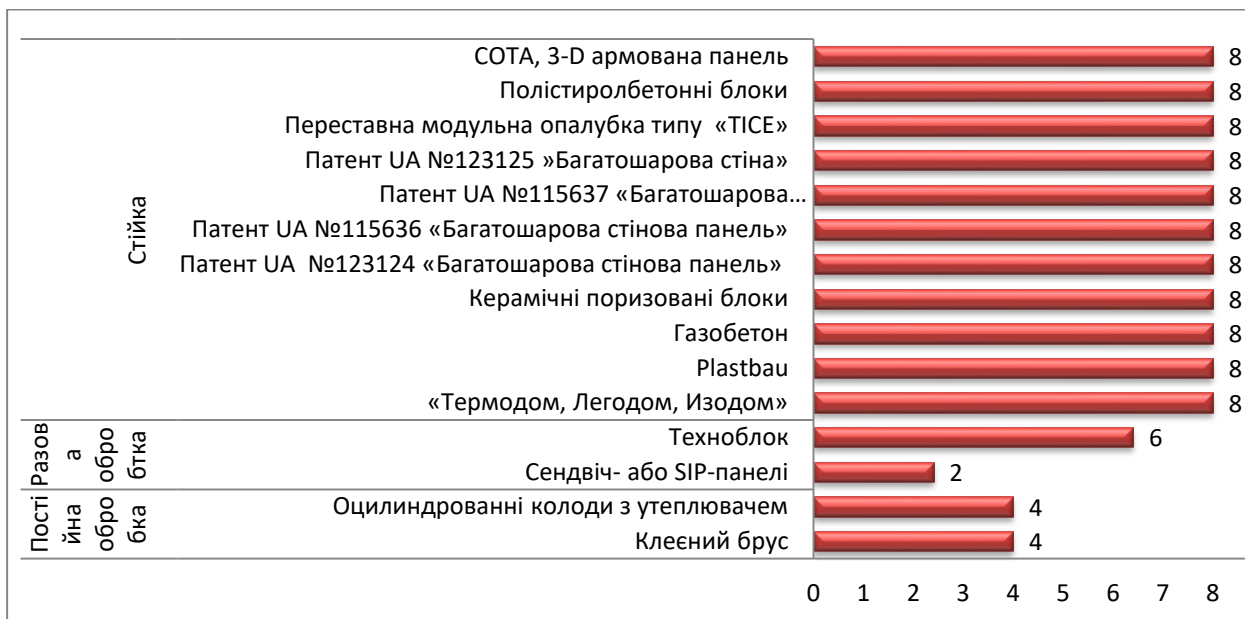


Рис. 3. Діаграма порівняння технологій зведення будівель за критерієм довговічності, згрупованих за критерієм стійкості до утворення цвілі гниття і руйнування

Аналізуючи цю діаграму (рис. 4), видно, що керамічні поризовані блоки мають найменші значення за всіма критеріями. Товщина таких стін дорівнює 470 мм і вага 467 кг/м². У зв'язку з тим, що матеріал має пористу структуру, він не витримує ударних навантажень. Міцність зберігає тільки в кладці, а при транспортуванні він досить крихкий матеріал, що тягне за собою підвищену вартість доставки. Полістиролбетонні блоки також мають значну товщину готової стінової конструкції - 500 мм, хоча являється легким будівельним матеріалом через залучені структури

полістиролу. Але, через це, мають низькі міцнісні характеристики. Надалі не враховуємо рішення 2 (табл.1).

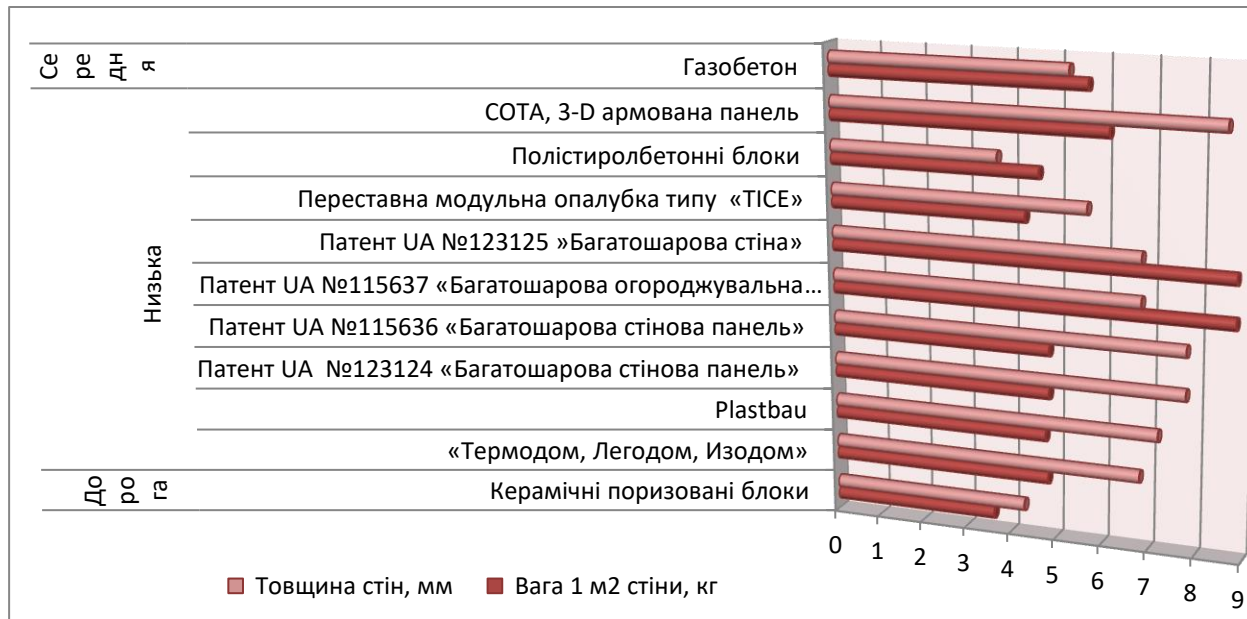


Рис. 4. Діаграма порівняння технології зведення будівель за критеріями ваги і товщини стіни, згрупованих за критерієм дорожнечу доставки будівельних матеріалів

Далі, згрупуємо технології зведення огорожувальних конструкцій за критерієм сезонності будівництва і схильності матеріалу до усадки (рис.5), що відображається на виробничих процесах і додаткових витратах.

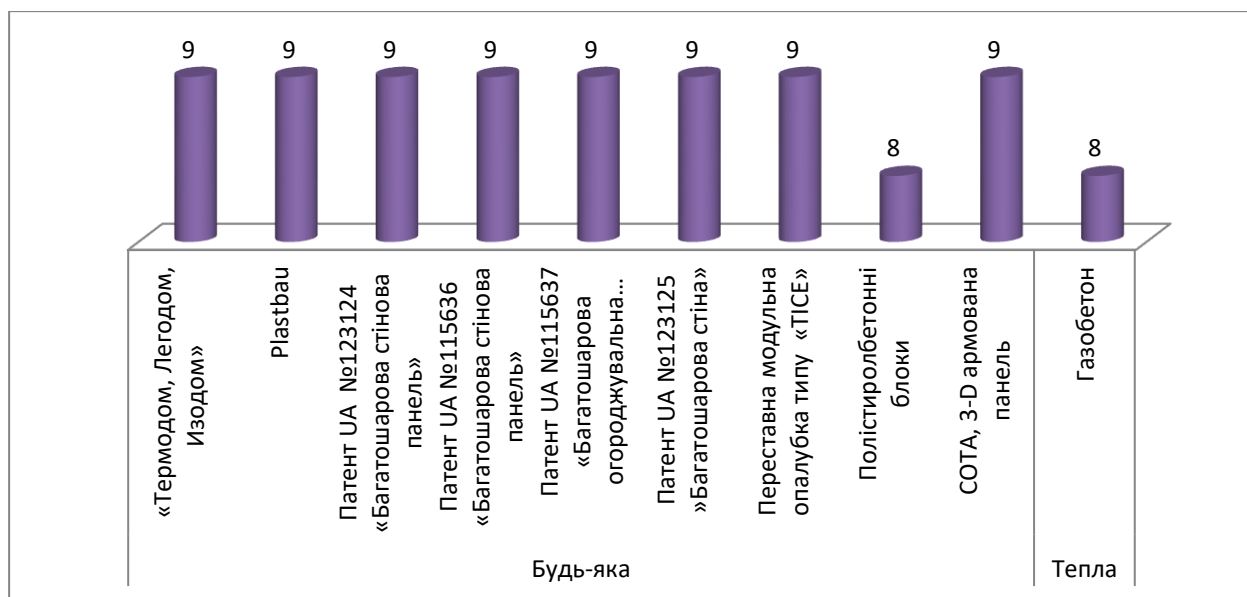


Рис. 5. Діаграма порівняння технології зведення будівель за критерієм схильності матеріалу до усадки (%), згрупованих за критерієм сезонності будівництва

На діаграмі (рис. 5) видно, що із усіх технологій, газобетон і полістиролбетон мають значення показника усадки гірші ніж інші. Це пояснюється випаровуванням води з пористої структури матеріалів, які спостерігаються при висиханні блоків. Вони висихають таким чином, що зовнішня їх частина звужується, а внутрішня залишається незмінною, сприяючи тим самим утворенню мікротріщин. Тому будівництво з газобетонних блоків рекомендується проводити в теплу пору року. З усіх технологій виключаємо 4 і 13 (табл.1).

В ході розгляду і аналізу технологій, для подальшого порівняння залишилися конструктивні рішення з використанням незнімної опалубки. Будівля заведена методом незнімної опалубки, має підвищені енергозберігаючі характеристики, і крім цього, значно знижується навантаження на фундамент, скорочується час, вартість і трудомісткість на зведення.

Технології зведення будівель в незнімній опалубці типу «ТІБЕ, Термодом, Легодом, Изодом, Plastbau, СОТА, 3-D армовані панелі», за патентами UA №115636 «Багатошарова стінова панель», UA №115637 «Багатошарова огорожувальна стінова конструкція», UA №123124 «Багатошарова стінова панель», UA №123125 «Багатошарова стіна» є аналогами по використовуваних матеріалах і основним експлуатаційним показникам при різних виробниках. Так як основним з обраних критеріїв є вартість за 1 м² огорожувальної конструкції, то розглянемо решту рішень за даним критерієм (рис.6).

Діаграма (рис.6) показує, що найдорожчими рішеннями серед монолітних конструкцій в незнімній опалубки є «СОТА», за патентами UA №115637 «Багатошарова огорожувальна стінова конструкція», UA №123125 «Багатошарова стіна» (Додаток А2, А6) та Plastbau. Тому, виключаємо 11, 12, 16 і 18 (табл.1).

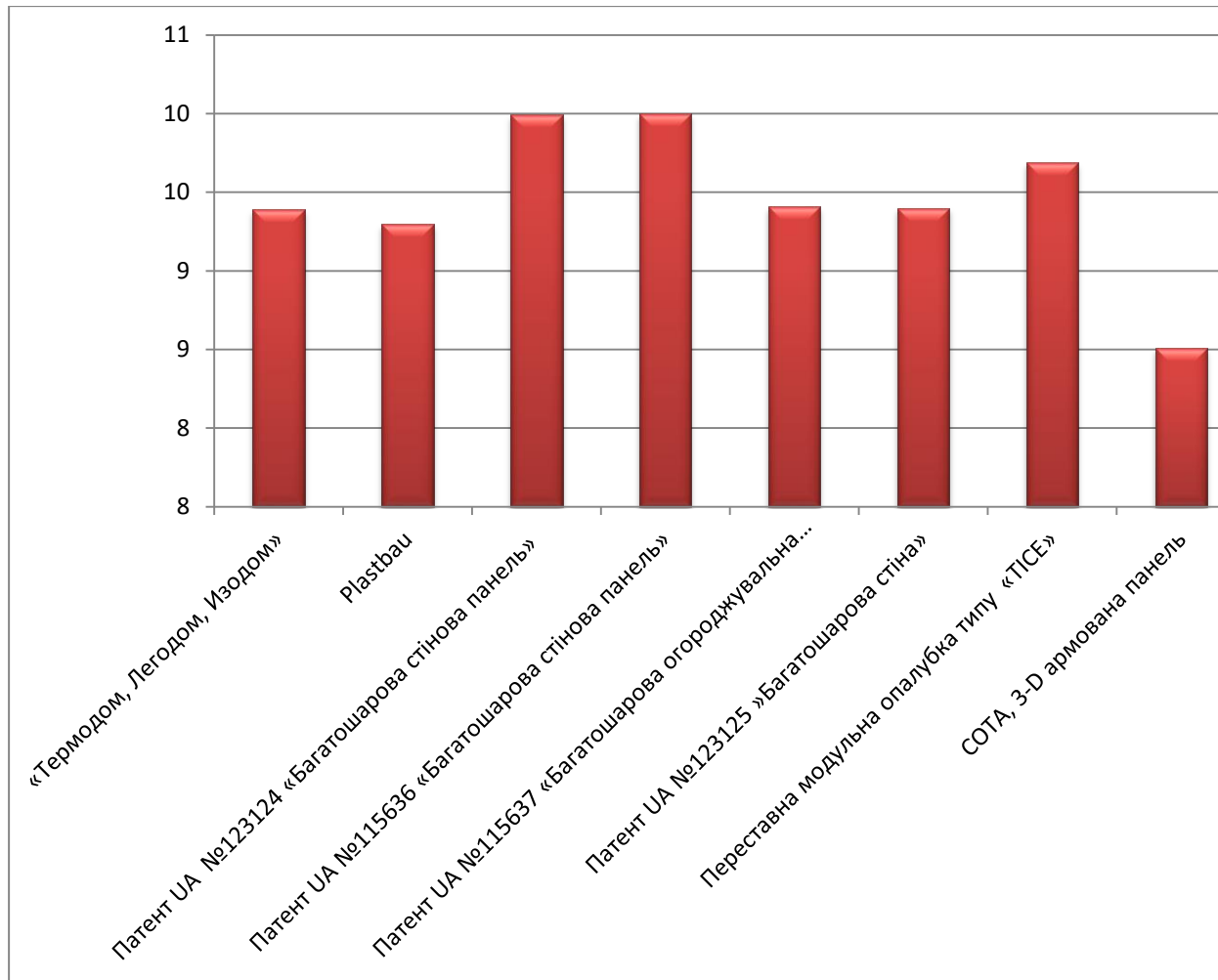


Рис. 6. Діаграма порівняння технології зведення огорожувальних конструкцій в незнімній опалубці за критерієм вартості (грн/м²)

Для остаточного прийняття рішення щодо вибору оптимальної технології зведення будівель, вводимо вагові коефіцієнти критеріїв. Вони використовуються для встановлення важливості кожного з критеріїв. Важливість критерію визначається як сума добутків вагових коефіцієнтів критеріїв і оцінки цього критерію в балах, в результаті чого, виходить інтегральна оцінка технології. При цьому сума вагових коефіцієнтів за всіма критеріями повинна дорівнювати одиниці. В результаті рівняння інтегральних оцінок робиться остаточний вибір ефективного рішення.

Конструктивно-технологічні рішення, критерії з урахуванням вагових коефіцієнтів представлені в табл.2.

Таблиця 2

Порівняння технологій зведення огорожувальних конструкцій будівель з урахуванням вагових коефіцієнтів

п/п	Критерії оцінки Технології зведення	Товщина стін, мм / в балах	Опір теплопередачі, $\text{м}^2 \cdot \text{С} / \text{Вт} / \text{в}$ балах	Вага 1 м^2 стіни, кг / в балах	Площа приміщень при зовнішніх розмірах будівель $10 \times 10 \text{ м} / \text{в}$ балах	Вартість, грн / $\text{м}^2 / \text{в}$ балах	Довговічність, років / в балах	Усадка матеріалу стін, % / мм / м	Разом
	Ваговий коефіцієнт	0,1	0,05	0,2	0,15	0,2	0,2	0,1	1
1	«ТІБЕ» переставна модульна опалубка	6	8	4	9	10	8	9	
	з урахуванням коефіцієнта	0,6	0,4	0,8	1,35	1	1,6	0,9	7,65
2	Незнімна опалубка «Термодом, Легодом, Изодом»	7	10	5	9	9	8	9	
	з урахуванням коефіцієнта	0,7	0,5	1	1,35	1,8	1,6	0,9	7,85
3	За патентом UA №115636 «Багатошарова стінова панель»	8	9	5	10	10	8	9	
	з урахуванням коефіцієнта	0,8	0,45	1	1,5	2	1,6	0,9	8,25
4	За патентом UA №123124 «Багатошарова стінова панель»	8	9	5	10	10	8	9	
	з урахуванням коефіцієнта	0,8	0,45	1	1,5	2	1,6	0,9	8,25

Відзначимо, що в цьому випадку, при введенні вагового коефіцієнта критеріїв, максимальне значення результату з урахуванням вагового коефіцієнта технологій за патентами UA №115636 «Багатошарова стінова панель» та UA №123124 «Багатошарова стінова панель» має найнезначніші вартісні витрати і мінімальні технічні характеристики (вага, товщина стіни). Отримані дані ще раз підтверджують популярність будівель за технологією незнімної опалубки. Вибрані технології за патентами UA №115636 «Багатошарова стінова панель» та UA №123124 «Багатошарова стінова панель» відносяться до альтернативних рішень, які дозволяють зводити будинки швидше і дешевше, при цьому мінімізуючи трудовитрати і збільшуючи теплозберігаючий ефект.

За результатами порівняльного аналізу технологій зведення огорожувальних конструкцій найбільш ефективним є конструктивне рішення за патентом UA №123124 «Багатошарова стінова панель» з такими показниками: вартість зведення 1 м² огорожувальної конструкції 1 436 грн. Товщина 390 мм і вага дорівнює 385 кг, що забезпечує корисну площу внутрішніх приміщень на 11% більше в порівнянні з цегляною стіною (603 кг і 530 мм) при розмірах будівлі 10 × 10 м і зменшення ваги в 1,5 рази. Опір теплопередачі забезпечується на рівні 3,1 м²·С/Вт, що вище ніж нормативно встановлений 2,8 м²·С/Вт для II кліматичної зони. Також одна з переваг - це можливість будівництва в будь-яку пору року, із забезпеченням стійкості до вологості, цвілі і грибкових уражень стіни (рис.7).

Література

1. Бадьин Г. М. Современные технологии строительства и реконструкции зданий [Текст] / Г. М. Бадьин, С. А. Сычев. СПб.: БХВ-Петербург, 2013. – 288 с.: ил. – (Строительство и архитектура).

2. 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.
3. Возведение стен из монолитного железобетона с помощью несъемной опалубки. URL: http://perekos.net/default/download/page_files.file.acce9c0559643947.72637a626d53427233397633526a632e646f63.doc
4. 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).
5. Державні будівельні норми. Захист територій, будинків і споруд від шуму: ДБН 1.1-31:2013. - [На заміну СНиП II-12-77 "Защита от шума"; чинний від 01.06.2014]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2014. 85 с. – (Державні будівельні норми).
6. Дружинина Т.Я. Анализ современных технологий деревянного домостроения/ Т. Я. Дружинина, А. А. Копылова // Вестник ИрГТУ, №10 (69), 2012, с.110-113.
7. Зарубина Л. П. Теплоизоляция зданий и сооружений. Материалы и технологии. 2-е изд. – СПб. : БХВ – Петербург, 2012. – 416 с. : ил. – (Строительство и архитектура).
8. Кнатько М.В. К вопросу о долговечности и эффективности современных строительных ограждающих стеновых конструкций жилых, административных и производственных зданий / М. В. Кнатько М. Н. Ефименко, А. С. Горшков // Инженерно-строительный журнал. №2. 2008. С. 50-53.
9. Мене́йлюк А. И. Оптимизация организационно-технологических решений реконструкции высотных инженерных сооружений / А. И. Мене́йлюк, М. Н. Ершов, А. Л. Никифоров, И. А. Мене́йлюк. – К.: ТОВ НВП «Інтерсервіс», 2016. 332 с.

10. 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).
11. СОТА - несъёмная опалубка из армированного пенополистирола.
URL: <http://opalubka-info.ru>
12. Строительство из СИП-панелей. URL:
<https://paneldomstroy.ru/poleznoe/srok-sluzhby-sip-paneley.html>
13. Патент України на корисну модель UA 115636 U, МПК E04C 2/34 (2006.01). Багатошарова стінова панель / Менеїлюк О.І., Черепащук Л.А. №. u2016 10618; заявл. 21.10.2016; опуб. 25.04.2017. Бюл. №8/2017.