

УДК 692.232.7:691.328

*О.І. Менейлюк, д.т.н., проф., ОДАБА, Одеса;  
В.В. Таран, к.т.н., доцент, ДонНАБА, Макіївка*

## **ЗАСТОСУВАННЯ НОВОЇ НЕЗНІМНОЇ ОПАЛУБКИ ПРИ ЗВЕДЕННІ СТІН З МОНОЛІТНОГО ПІНОПОЛІСТИРОЛБЕТОНУ**

### **АНОТАЦІЯ**

Розглянуто нове конструктивно-технологічне рішення зведення багатошарової стіни з використанням магnezитових плит у вигляді незнімної опалубки та монолітного пінополістиролбетону в якості основної частини стіни. Наведено результати теплотехнічного розрахунку, технологічну послідовність улаштування стінової конструкції. Надамо переваги запропонованого рішення.

Ключові слова: незнімна опалубка, стіна будівлі, магnezитові плити, пінополістиролбетон, теплоізоляція.

Актуальним на даний час є зведення зовнішніх стін з теплоізолюючими властивостями, які виготовляються на місці шляхом заливки незнімної опалубки. Незнімна опалубка являє собою блоки або панелі з різних матеріалів, які монтується в опалубку конструкцію. За рахунок об'єднання декількох операцій в одному технологічному циклі прискорюється та спрощується період зведення будинку. Незнімна опалубка після укладання та твердіння бетону стає функціональною частиною стіни.

Мета роботи, що представлена, — ознайомлення з інноваційним конструктивно-технологічним рішенням із використання незнімної опалубки для зведення стін з монолітного пінополістиролбетону.

Широко відомі конструктивно-технологічні рішення зведення стін та перегородок із застосуванням різних елементів для цього.

В Україні ICF (Insulating Concrete Forms) воони мають назву термоблоки. Ці блоки виконані з пластин пінополістиролу товщиною 50 мм (марка ПСБ-С 25-35), які з'єднані між собою перемичками. Внутрішній простір блоків, який зазвичай складає 150мм, армується сталевую або полімерною арматурою, заповнюється бетоном або фібробетоном. Така стіна являє собою сандвіч "пінополістирол-залізобетон-пінополістирол" та потре-

бує обов'язкового опорядження з фасадної та внутрішньої сторін стіни для забезпечення механічного та протипожежного захисту пінополістиролу. Відомі інші приклади аналогічних технологій: EPS-опалубка, BRIXX, ТЕРМОДИМ, ІЗОДИМ, Amvic, GNS тощо.

*Облицювальна (декоративна) незнімна опалубка.* Це конструкція з легкозбірних опалубних модулів. Кожен модуль складається безпосередньо на стіні, що зводиться, з фасадної та внутрішньої облицювальних пластин за допомогою перемичок. Усередину модуля вкладається пластина утеплювача необхідної товщини (пінополістирол або мінеральна вата) та встановлюється арматура. Модулі монтується рядами за методом безшовної кладки (без розчину та герметика). Внутрішні елементи кріплення модуля забезпечують високу точність геометрії опалубки стіни. Залізобетонна стіна захищена безперервним контуром теплоізоляції, запобігає різким перепадам температур в приміщенні. Облицювальний шар, який визначає декоративні властивості стіни, виготовляється з металу, пластиків, фібробетону, керамограніту. Приклад: технологія ТЕХНОБЛОК – МОНОЛІТ.

*Армовані панелі (армопанель).* Являють собою плиту з пінополістирольного або мінераловатного термоізоляційного вкладиша (товщиною від 10 до 250 мм). Панель оснащена з обох сторін сталевую арматурною сіткою та поділена нескінченною W-подібною проволоченою трасою (дріт 4 мм), яка з'єднує дві зварні сітки. Після встановлення панелі методом торкретування за допомогою хоппера-розпилувача з компресором на неї наноситься 2-3 шари бетону. Стіна являє собою сандвіч "бетон-пінополістирол-бетон". Приклад: технологія СОТА.

*Деревобетонні панелі або блоки (арболіт).* Це опалубні панелі або порожнисті блоки, виготовлені з деревобетону (здрібнена деревина (щепа) з додаванням цементу). З панелей складається опалубка за допомогою спеціальних стяжок та цвяхів, як класична розбірна опалубка з дошки та щитів. Для отримання необхідного теплового опору стіни використовуються вкладиші з пінополістиролу. Монолітна стіна утворюється шляхом встановлення арматури в опалубку та бетонуванням. Грубопориста поверхня деревобетону забезпечує міцне зчеплення з бетоном несучої стіни та з шарами зовнішнього та внутрішнього оздоблення. Приклади: технологія ТЕРМОЛИТ, DURISOL, GreenBoard, VELOX.

*Скломагnezитова каркасна опалубка.* Це каркас, в основі якого є металевий термопрофіль, для обшивки використовується скломагnezитовий лист (СМЛ). Конструкція нагадує улаштування перегородок з гіпсокартону. Опалубка складається на висоту одного поверху та заливається легким бетоном (пінобетоном, фібропінобетоном). Використовується, в основному, як огорожувальна конструкція стін. Для забезпечення несучих властивостей застосовують колони. Отримана таким чином стіна потребує декоративного оздоблення з фасадної та внутрішньої сторін.

Загальними ознаками попередньо розглянутих рішень є: стіна будівлі, що включає внутрішній і зовнішній огорожувальні шари, основний масив стіни з бетону або залізобетону.

Щодо конструктивних особливостей, то в тілі стін передбачається необхідність улаштування арматури, з'єднання огорожувальних шарів арматурою. Це ускладнює конструкцію стіни, погіршує її технологічність та підвищує трудомісткість будівельних робіт.

У роботі поставлена задача удосконалення конструктивно-технологічного рішення незнімної опалубки за рахунок конструктивних особливостей і використаних матеріалів, забезпечення підвищення технологічності її зведення при збереженні експлуатаційних характеристик.

Для її рішення розглянуто стінову конструкцію, яка включає дві магнезитові панелі, розташовані на зовнішній та внутрішній поверхнях, та заповнювач – монолітний пінополістиролбетон. Магнезитові панелі мають високу адгезію, завдяки чому забезпечують зчеплення по всій площі контакту з полістиролбетоном. У даній конструкції виключається необхідність використання арматури в основному масиві стіни та закріплення внутрішнього і зовнішнього огорожувальних шарів до арматури. Панелі з'єднуються площинними фіксаторами з поліетилену. При цьому зберігаються необхідні експлуатаційні характеристики стіни. Як наслідок – підвищення технологічності та скорочення терміну зведення стіни.

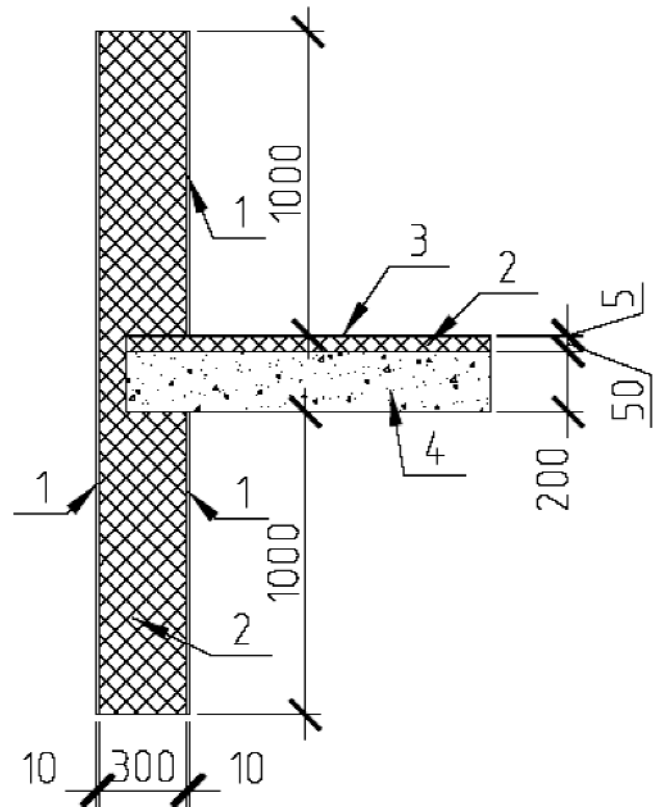
В рішенні, що пропонується (рис.1), використовують магнезитові панелі, а основний масив виконують з монолітного пінополістиролбетону щільністю 280...320кг/м<sup>3</sup> та теплопровідністю 0,07...0,09Вт/м<sup>2</sup> К.

Магнезитові плити, що використовуються як зовнішній та внутрішній шари, мають наступні ха-

рактеристики: розміри 1220x2440x10мм, 1220x2280x10мм; щільність 900кг/м<sup>3</sup>; водопоглинання 28,5...32,1%; пористість 26...29,3%; теплопровідність 0,26Вт/м<sup>2</sup> К; міцність при згинанні 5,5...6,9 МПа. Магнезитова плита в своєму складі містить: магній (80-85%), скляне волокно (1-2%), перліт (до 5%), деревну тирсу (до 10%).

Магнезитова плита має вигляд п'ятишарової конструкції: лицьовий шар містить магнезит; другий шар – скловолокниста сітка; наступний шар складається з магнезитового наповнювача; ще один шар також – скловолокниста сітка; по завершенні – внутрішня сторона – магнезитова з жорсткою, нерівною поверхнею. Такі плити є звуко-, та теплоізоляційними.

Вузол на рис. 1 розроблено для приміщення, яке знаходиться над технічним поверхом (паркінг, підвал тощо), що не опалюється.



**Рис.1.** – Поперечний розріз глухої частини зовнішньої стіни будинку:

- 1 – магнезитова плита,  $\sigma = 0,010$  м;
- 2 – утеплювач – пінополістиролбетон  $\sigma = 0,3$  м (стіна) або  $\sigma = 0,03$  (підлога);
- 3 – магнезитова плита,  $\sigma = 0,05$  м;
- 4 – залізобетонна монолітна плита перекриття,  $\sigma = 0,2$  м.

Теплотехнічні розрахунки зовнішньої огорожувальної конструкції проводились згідно з ДБН В.2.6-31:2006 для умов будівництва у м. Донецьку: розрахункова температура зовнішнього повітря прийнята  $t_3 = -22\text{ }^\circ\text{C}$ ; розрахункове значення температури повітря приміщень  $t_b = +20\text{ }^\circ\text{C}$ ; розрахункове значення відносної вологості повітря  $\phi_b = 50\text{...}60\%$  [1].

Розрахунок конструктивно-технологічної системи, що розглядається, виконано для термічно неоднорідної непрозорої огорожувальної конструкції за допомогою програмного комплексу THERM (на умовах FreeWare). За результатами чисельного модулювання запропоновано утеплювач — пінополістиролбетон товщиною 300 мм. Таке конструктивне рішення забезпечує значення приведенного опору теплопередачі вузла перекриття  $R_{пр} = 2,78\text{ м}^2\text{ К/Вт}$ . Згідно з додатком И.1 [1] опір теплопередачі зовнішньої стіни складає  $R_{пр} = 3,99\text{ м}^2\text{ К/Вт}$ .

Приведений опір теплопередачі зовнішньої стіни (розрахунок проводився для одного поверху висотою 3,3 м)  $R_{\Sigma пр} = 3,16\text{ м}^2\text{ К/Вт}$ , що перебільшує  $R_{q\text{ min}} = 2,8\text{ м}^2\text{ К/Вт}$  — мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції згідно з таблицею 1 [1].

Таким чином, умова  $R_{\Sigma пр} \geq R_{q\text{ min}}$  виконується.

Допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції,  $\Delta t_{cr}$ ,  $^\circ\text{C}$ , встановлюється залежно від призначення будинку і виду огорожувальної конструкції згідно з табл. 3, [1] і становить  $5^\circ\text{C}$ .

Температурний перепад,  $\Delta t_{пр}$  при визначенні щодо виконання умови  $\Delta t_{пр} \leq \Delta t_{cr}$  розраховується для непрозорої частини огороження. За отриманими результатами чисельного модулювання підраховано значення приведеної температури внутрішньої поверхні, що становить  $t_{в пр} = 16,9\text{ }^\circ\text{C}$ . Тоді, температурний перепад  $\Delta t_{пр}$ , розраховується для непрозорої частини огороження та становить  $\Delta t_{пр} = 1,2\text{ }^\circ\text{C}$ . Умова  $\Delta t_{пр} = 1,2\text{ }^\circ\text{C} \leq \Delta t_{cr} = 5\text{ }^\circ\text{C}$  виконується.

Мінімальна температура на внутрішній поверхні,  $t_{min}$ , для непрозорих елементів повинна бути не менше ніж температура точки роси,  $t_p$ , за розрахунковими значеннями температури й відносної вологості внутрішнього повітря, прийнятими залежно від призначення будинку згідно з табл. Г.2, [1].

Точка роси для розрахункових умов ( $t_b = +20\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\phi_b = 60\%$ ) має значення  $t_p = +12\text{ }^\circ\text{C}$ .

За результатами чисельного моделювання мінімальна температура зафіксована у куті стелі та стіни і становить  $t_{b\text{ min}} = 17,5\text{ }^\circ\text{C}$ .

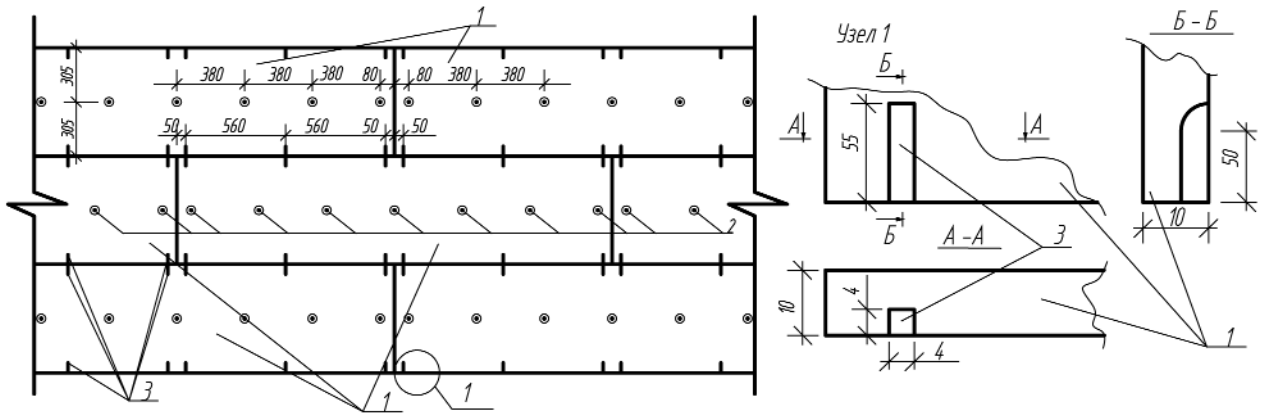
Умова  $t_{b\text{ min}} > t_{min}$  виконується, оскільки  $t_{b\text{ min}} = 17,5\text{ }^\circ\text{C}$  більше  $t_p = +12\text{ }^\circ\text{C}$ .

З урахуванням зазначених характеристик складових стіни і необхідного термічного опору товщина стіни прийнята 320мм, де 300мм — товщина полістиролбетону і два шари магnezитових плит товщиною 10мм (рис. 1) по зовнішніх поверхнях стін. Для прийнятих габаритних розмірів конструкції стіни, за умовами її закріплення між перекриттями, стіна може витримувати горизонтальне навантаження, що прикладене в середній частині по її висоті, яке за розрахунками складає  $1,81\text{ кН/м}$  без зниження експлуатаційної придатності. Вказане навантаження перевищує нормоване горизонтальне навантаження [2], наприклад, для поручнів трибун та спортивних залів навантаження складає  $1,5\text{ кН/м}$ .

Технологічна послідовність улаштування комплексної стінової конструкції наступна: до початку монтажу магnezитові панелі розпилюють з високою точністю фрезою 4мм вздовж більшого розміру (2440; 2280мм) навпіл у заводських умовах. В отриманих плитах розміром 608x2440x10мм та 608x2280x10мм по центру уздовж більшого розміру висвердлюють наскрізні отвори  $d=20\text{ мм}$  з фрезеруванням отворів пазами  $d = 40\text{ мм}$  і глибиною  $h = 4\text{ мм}$ . Відстань між центрами отворів 380мм, причому перші отвори від країв магnezитової плити улаштовуються на відстані 80мм (рис.2).

У магnezитових плитах по верхньому і нижньому краях фрезерують шість поглиблень (виїмок) (вузол 1, рис. 2). Глибина і ширина поглиблення 4 мм, довжина — 55 мм. Перше та шосте поглиблення виконуються на відстані 50мм від краю, друге та третє з кроком 560 мм. Відстань між третьою та четвертою виїмками складає 100 мм, наступні виконуються з кроком 560 мм. На будівельний майданчик доставляють вже підготовлені до монтажу плити з необхідними розмірами та технологічними отворами.

Магnezитові плити встановлюють на ребро паралельними рядами на відстані 300 мм між собою. Шви, що розмежовують магnezитові плити, повинні бути взаємно перпендикулярними. Вертикальні шви в суміжних рядах кладки повинні пе-



**Рис. 2.** – Схема монтажу магнетитових панелей:

1 – магнетитові плити розміром 608x2440x10мм та 608x2280x10мм; 2 – наскрізні отвори  $d=20$ мм з фрезеруванням отворів пазами  $d = 40$  мм; 3 – поглиблення (виймки)

рекриватися рядами плит, що розміщені вище, тобто повинні бути "перев'язаними" (рис.2).

Для фіксування заданого положення магнетитових плит у заздалегідь висвердлені отвори вставляють закладні деталі, що виконані з поліетилену в формі болта  $d=10$ мм з головкою і хвостовиком і наскрізним поперечним отвором  $d=4$ мм в тілі хвостовика (рис. 3). В поперечні отвори в тілі хвостовиків закладних деталей заводять П-подібні фіксуючі скоби з поліетилену, що мають довжину по зовнішніх торцях 300 мм. Тим самим фіксується незмінне положення магнетитових плит, яке визначає загальну товщину стіни.

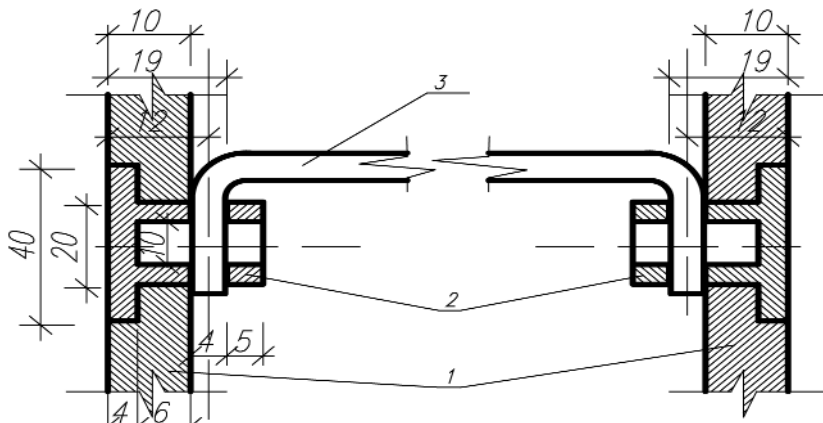
Далі, в поглиблення (виймки), що виконані в верхній і нижній частинах магнетитових плит, в місцях примикання плит одна до одної по горизонталі встановлюють площинні фіксатори (рис. 4). Протилежні площинні фіксатори на протилежних магнетитових плитах попарно з'єднуються між собою лінійною (горизонтальною) частиною, яка виконана з поліетилену. Тим самим фіксується незмінне положення магнетитових плит у верти-

кальній площині стіни (площинність стіни). Забезпечується задана геометрія стіни в процесі її зведення.

Конструктивні елементи (закладні деталі у формі болтів з хвостовиками, П-подібні фіксуючі скоби, площинні фіксатори з лінійною частиною) не є елементами арматури, а виконують тільки функцію фіксаторів положення внутрішнього та зовнішнього шарів стіни та виконані з поліетилену.

Після забезпечення надійної фіксації магнетитових плит як у поперечному напрямку стіни (товщина стіни), так і в площині стіни (площинність стіни), що необхідно для забезпечення заданої геометрії стіни в процесі її зведення, влаштовують основний масив стіни, для чого в простір між плитами заливають пінополістиролбетон.

Монолітний пінополістиролбетон – різновид легкого бетону – являє собою композиційний матеріал, до складу якого входить портландцемент, мінеральний наповнювач (пісок), пористий заповнювач, в якості якого виступають гранули пінополістиролу, а також добавки, що залучають



**Рис. 3.** Схема фіксації товщини стіни поперечними фіксаторами:

1 – магнетитові панелі; 2 – закладні деталі у формі болта з хвостовиком; 3 – П-подібна фіксуюча скоба

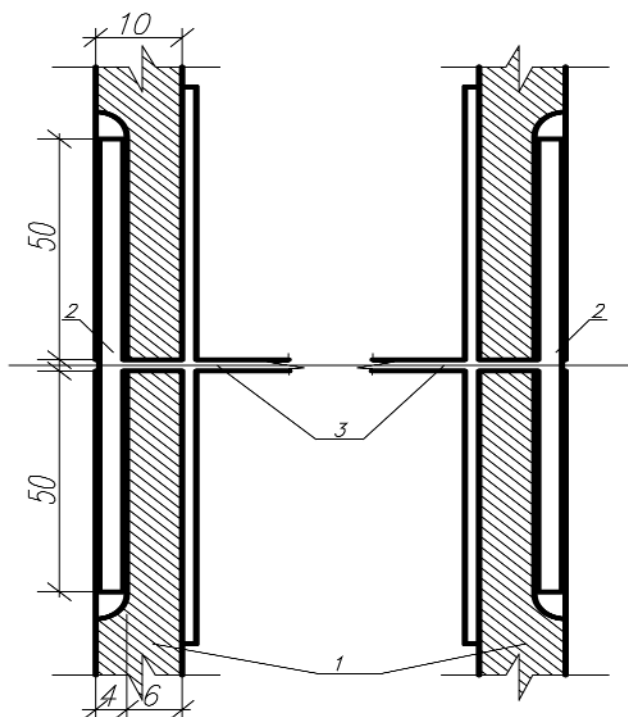
повітря. Легкі гранули пінополістиролу в чистому вигляді при змішуванні з водою миттєво спливають та не поглинають води. Тому гранули попередньо покривають спеціальною поверхнево-активною речовиною (ПАР). Завдяки цьому усувається прямий контакт важкого цементу з легким пінополістиролом, що дозволяє досягти рівномірного перемішування різномірних матеріалів. В якості ПАР використовується смола деревна омилена (СДО). Ця природна домішка природного походження при перемішуванні залучає до цементного розчину повітря. Повітря спінює цементне молоко і наповнений повітрям бетон (пінобетон) стає ще легшим. Тонке та легке заповнення каркаса будинку у вигляді самонесучих стін дозволяє зменшити навантаження на фундамент порівняно з багатьма іншими матеріалами.

Залівку виконують горизонтальними шарами висотою не більше 600 мм. Висота шару задана, виходячи з умов дії тиску монолітної суміші пінополістиролбетону на бокову поверхню незнімної опалубки, який вона може витримати, а також щоб не допустити розшарування матеріалу. Свіжа суміш пінополістиролбетону має рухливість близько П5, з цієї причини її можна віднести до виду бетону, що самоущільнюється.

Суміш пінополістиролбетону розглядається як рідина, що чинить на бокову поверхню незнімної опалубки гідростатичний тиск, який визначається як добуток висоти активного стовпа (шару) суміші та питомої ваги. У конструктивно-технологічному рішенні, що розглядається, тиск на один елемент кріплення магнетитової панелі складає 15...17 кг.

Під час зведення стіни перевіряється геометрія опалубки, однорідність монолітного пінополістиролбетону, відсутність розшарування суміші, правильність улаштування димових і вентиляційних каналів в стіні, якість поверхонь. Виявлені відхилення виправляються в межах кожного ярусу.

Розглянуте конструктивно-технологічне рішення дозволяє виконувати отвори (прорізи) в стіні двома способами. Перший передбачає вирізування отворів (прорізів) після зведення стіни. Такий спосіб зручний тим, що до внутрішнього простору приміщення обмежений доступ — приміщення охороняється. При виконанні отворів (прорізів) в стіні таким способом при висоті перемичної частини стіни 200 мм несуча здатність нормального перерізу стіни над отвором (прорізом) складає 0,733 кН/м за рахунок роботи магнетитових плит



**Рис. 4.** Схема фіксації магнетитових панелей площинними фіксаторами:

1 — магнетитові панелі; 2 — площинний фіксатор; 3 — лінійна (горизонтальна) частина площинного фіксатора

на вигин. Для такої конструкції можлива організація отвору (прорізу) прольотом 4,7 м без додаткового армування і без короба із незнімної опалубки.

Другий спосіб передбачає використання незнімної опалубки з магнетитових панелей до укладання пінополістиролбетону для утворення віконних, дверних або технологічних прорізів. З цією метою встановлюють заздалегідь підготовлені прорізоутворювачі та заглушки торців стін в місцях, де це необхідно. При цьому є можливість формування чверті або інших складних форм поперечно-го перерізу простінків та стін.

Для внутрішніх стін доцільним буде встановлення гільз у стіні у вигляді пластикових гофрованих трубок для розводки електричної мережі. При підготовці магнетитових плит можливо передбачити установку корзин для розеток і вимикачів.

Витрати праці при приведеній товщині 300 мм улаштування 100 м<sup>2</sup> стін з полістиролбетонних блоків [3] без подальшого опорядження складають 176 чол-год., тоді як при зведенні стін у незнімній опалубці з магнетитових панелей, заповнених пінополістиролбетоном [4, 5] — 162 чол-год.

Вартість 100 м<sup>2</sup> стін кладки на звичайний розчин з урахуванням вартості блоків (без штукатурення поверхні) складає в середньому 25...27 тис.грн., улаштування 100 м<sup>2</sup> вищеописаної самонесучої стіни на будівельному майданчику – 28...30 тис.грн.

Крім скорочення трудовитрат, переваги запропонованого рішення полягають в наступному: підвищується технологічність влаштування стіни при збереженні її експлуатаційних характеристик, стіна має оброблені на 80% поверхні (залишається тільки шпаклювання стиків і фарбування), знижуються трудовитрати на зведення стін, забезпечується висока ремонтпридатність.

**ЛІТЕРАТУРА**

1. ДБН В.2.6-31:2006. *Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель.* – К.: Мінбуд України, 2006. – 66с.
2. ДБН В.1.2-2: 2006. *Нагрузки и воздействия.* – К.: Минстрой Украины, 2007. – 60с.
3. ДБН Д 2.2-8-99. *Ресурсные элементные сметные нормы на строительные работы. Сборник 8. Конструкции из кирпича и блоков.* – К.: Госстрой Украины, 2000. – 37с.
4. ДСТУ Б Д.2.2-1:2008. *Ресурсные элементные сметные нормы на строительные работы. Бетонные и железобетонные конструкции монолитные. Сборка и разборка опалубки (сборник 6).* – К.: Минрегион Украины, 2008. – 35с.
5. ДСТУ Б Д.2.2-3:2008. *Ресурсные элементные сметные нормы на строительные работы. Бетонные и железобетонные конструкции монолитные.*

*Бетонные работы (сборник 6).* – К.: Минрегион Украины, 2008. – 15с.

6. *Стіна будівлі: Патент на корисну модель UA №38504, МПК (2006) E04B 2/00 E04B 2/84, Сопельник В.І., Сопельник К.В., Таран Р.А., Таран В.В.; заявлено 04.08.2008, Опуб. 12.01.2009, Бюл. №1.*

**АННОТАЦИЯ**

Рассмотрено новое конструктивно-технологическое решение по возведению многослойной стены с использованием магнезитовых плит в виде несъемной опалубки и монолитного пенополистиролбетона в качестве основной части стены. Приведены результаты теплотехнического расчета. Описана технологическая последовательность возведения стеновой конструкции. Представлены преимущества предложенного решения.

Ключевые слова: несъемная опалубка, стена здания, магнезитовые плиты, пенополистиролбетон, теплоизоляция.

**ANNOTATION**

Considered new construction-technological solution for multilayer wall with the use of magnesite slabs of concrete panel and Insitu polystyrene foam concrete as the main part of the wall. The results of heat engineering calculation. Describes the technological sequence of erection of wall construction. The advantages of this solution are presented.

Keywords: permanent shuttering, the wall of the building, magnesite plates, foampolystyrene concretes, heat insulation.



**Науково-дослідний інститут будівельного виробництва (НДІБВ)**

**Пропонуємо нормативну та методичну літературу:**

№ п/п	Найменування	мова	Ціна за Шт..
1	„Методичні рекомендації визначення вартості робіт з обстеження, оцінки технічного стану і паспортизації будівель і споруд”	Укр.	120,00
2	ДБНУ „Ремонт і підсилення несучих та огорожувальних будівельних конструкцій і основ промислових будинків та споруд”	Укр./рус.	250,00
3	«Методичні рекомендації з виконання геодезичних робіт у будівництві»	Укр.	120,00
4	<b>«Типові норми чисельності працюючих на підприємствах комунальної теплоенергетики»</b>	Укр.	700,00
5	«Посібник з питань здійснення державного архітектурно-будівельного контролю»	Укр.	360,00
6	„Нормативні документи з питань обстежень, паспортизації, безпечної та надійної експлуатації виробничих будівель і споруд”	Укр.	270,00
7	«Гідроізоляція будівель і споруд. Сучасні вимоги»	Укр.	96,00