

УДК 624.012

О.А. Боровець,  
Луцький національний технічний університет

### ПРОСТОРОВІ ПЛИТИ 3d

*У статті розглянуто технологію зведення будівель та споруд просторовими плитами 3d, вказуються їх склад та структура, наголошено на простоті їх монтажу та широкому асортименті об'єктів різного призначення, які можливо будувати з просторових плит 3d, в т.ч. у сейсмічних зонах, проведено теплотехнічний розрахунок найбільш розповсюджених будівельних матеріалів у конструкціях і виконано їх порівняння.*

**Ключові слова:** *просторова плита 3d, конструкція, бетонний шар, арматура, пінополістирольний наповнювач, технологія, стіна, торкрет бетон.*

**Актуальність** нашого дослідження полягає у тому, що технологія влаштування просторової плити 3d в будівлях і спорудах є досить перспективною для України, оскільки це дозволить зменшити затрати теплової енергії під час експлуатації будівель, знизити вагу конструкцій, а відтак і навантаження на фундаменти, скоротити термін та вартість будівництва; будівельні організації не затрачають додаткових коштів на важку техніку та опалубку, так як панель є досить легкою і сама виступає в ролі опалубки; просторова плита 3d є екологічно-чистою конструкцією, з якої зводять не тільки стіни та перекриття, а й покриття.

**Новизна** дослідження полягає у тому, що технологія просторових плит 3d є відносно новою і в Україні вона тільки розвивається.

Представляємо технологію якісного, дешевого і швидкого, для капітального будівництва і реконструкції, масових забудов соціального житла, поселень для біженців, а також промислових об'єктів під назвою "Просторова плита 3d".

Що являє собою ця технологія? На це питання ми дамо відповідь у наступному. Компонент 3d є багатошаровою конструкцією, яка складається з панелі полістиролу і нанесених на неї з обох боків шарів бетону певної товщини. Оптимальна товщина бетонного шару компонентів 3d складає 50 мм. Бетонний шар завтовшки 40 мм може застосовуватися лише для стін одноповерхових будівель. Панелі 3d складаються з пінополістирольного наповнювача завтовшки 40-100 мм, двох паралельних листів покривної арматурної сітки і нахиленої в діагональному напрямі арматури – розкосів,

приварених до стрижнів покривних сіток з протилежних сторін. Стрижні діагональної арматури, які прорізають пінополістирольний наповнювач, необхідно оцинковувати із-за можливого ризику корозії. Покривну сітку оцинковувати необов'язково, якщо бетонний шар має достатню товщину (рис.1). Бетон, нанесений з обох боків плити 3d, виконує наступні функції:

- сприймає стискуючі зусилля;
- захищає арматуру від корозії.

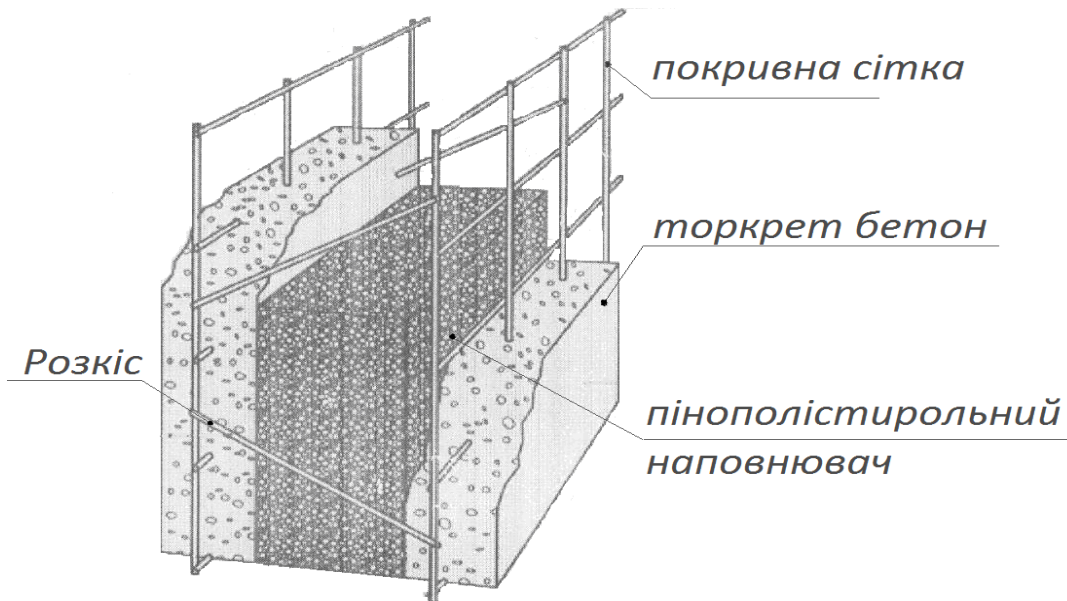


Рис.1. Конструктивна схема просторової плити

Для ефективного захисту від корозії мінімальна товщина бетону становить 40 мм для внутрішніх частин будівлі, для зовнішніх частин ця величина зростає до 50 мм. Як правило, товщина бетонного покриття плит 3d складає приблизно 50-60 мм класу бетону не нижче В20.

На стіни і нижню сторону плит бетон зазвичай наносять способом торкретування, проте, допускається і ручне нанесення, особливо другого тонкого шару. Верхня сторона плити зазвичай бетонується за допомогою накиду. У будь-якому випадку вміст цементу в розчині має бути не менше 250-300кг/м<sup>3</sup>. Мінімальна довжина панелі - 2,00 м, далі допускається будь-яка довжина з кроком 10 см, максимальна довжина зазвичай становить 6,00 м (теоретично можливе виготовлення і довших панелей). Ширина панелі - 1,20 м, товщина шару пінополістиролу від 40 мм до 100 мм.

Покривна сітка виготовляється з дроту діаметром 3 мм, розмір вічка сітки - 50 × 50 мм. Відстань від пінополістирольного шару до сітки може становити 13, 16 або 19 мм, найчастіше встановлюють 13 мм.

Розкоси виконують з оцинкованої сталі діаметром 3 мм, або з нержавіючої сталі діаметром до 4,5 мм.

Зведення стін починається з поверхні фундаменту. Для зведення необхідна наявність арматурних випусків із фундаменту діаметром 10 мм з кроком 500 мм, встановлених з однієї сторони стіни (для зовнішніх стін – з внутрішньої). Після зведення стін, всі стики панелей перекривають з'єднувальними сітками з метою досягнення суцільного сіткового армування.

Просторова плита 3d – це проста і логічна технологія будівництва якісного житла, яка дозволяє зменшити фінансові вклади, скоротити строки будівництва в два і більше разів, різко скоротити затрати на опалення і кондиціонування повітря.

Економія паливно-енергетичних ресурсів за рахунок вибору огорожуючих конструкцій – одна із найважливіших задач сьогодення, тому постає питання про перехід на більш ефективні огорожуючі конструкції, які крім економії паливно-енергетичних ресурсів, дадуть економію затрат при будівництві об'єктів. Комплексне рішення цих питань знайшло відображення в застосуванні у будівництві "Просторової плити 3d" з ефективним утеплювачем із спіненого полістиролу. Просторову плиту застосовують для швидкого зведення будинків різного призначення до 5-ти поверхів включно, а також для надбудов уже існуючих споруд. За теплозахистом, теплоізоляцією, комфортністю, простотою, швидкістю і ціною будівництва, міцністю і довговічністю ця технологія відноситься до високих технологій в області будівництва. Вона не є експериментальною, так як пройшла випробування і застосовується в країнах Європи, Канаді і США. Система будівництва із 3d панелі дозволяє створювати широкий асортимент об'єктів різного призначення:

- житлові будинки: від простих одноповерхових до складних за архітектурним рішенням 3-5-ти поверхових житлових будинків, особливо це важливо для комфортного будівництва (плита є несучою, а у висотному монолітному будівництві використовується як огорожуюча ненесуча конструкція);

- реконструкція довільних об'єктів без підсилення фундаменту;
- сільськогосподарські об'єкти, склади;
- громадські будівлі: магазини, торгові центри, клуби, глядацькі та спортивні зали і комплекси.

Будівництво об'єктів із 3d плит дозволяє наступне:

- знизити вартість об'єкта на 40-50%, а вартість зведення стін у 4 рази в порівнянні з цегляними;
- продуктивність праці підвищити у 5-6 разів, у порівнянні з кладкою цегляних стін (працівник робить в зміну до 100 м<sup>2</sup> стіни);
- зменшити термін будівництва в 2-3 рази;

- до мінімуму зменшити затрати на механізми (за рахунок легкої ваги монтованих елементів);
- знизити транспортні затрати;
- при однакових зовнішніх габаритах будівлі отримати до  $1,5 \text{ м}^2$  додаткової корисної площі на кожні 6 м стіни в порівнянні з будівлями із традиційних матеріалів;
- можливість виконання робіт при температурах до  $-15^\circ\text{C}$ ;
- не потребувати висококваліфікованих будівельних кадрів.

Для виробництва просторової плити використовується спеціальний спінений суспензійний полістирол. Згідно сертифікату якості матеріал не містить газу фреону. Густина спіненого полістиролу в елементах плити знаходиться в межах від 10 до  $25 \text{ кг/м}^3$ . Таким чином, густина пінополістиролу в будівельних конструкціях в два і більше разів вища, ніж у пінополістиролу, який використовується тільки як теплоізоляційний матеріал (плити товщиною від 50 до 120 мм).

Елементи стін з полістиролу практично не всмоктують вологу і повністю пропускають водяну пару з навколишнього повітря. Низькі зимові температури не впливають на фізичні і хімічні властивості пінополістиролу. При температурах до  $90^\circ\text{C}$  спінений полістирол не змінює своїх властивостей навіть при тривалій дії.

Елементи із спіненого полістиролу не містять речовин, які можуть поглинати мікроорганізми; відсутні підтвердження щодо враження їх гризунами, пліснявою, грибками і бактеріями, а також іншими факторами, які можуть вплинути на несучу здатність зведених будівельних конструкцій.

Конструкції з просторових плит 3d, перевершують за довговічністю огорожуючі конструкції, виконані з традиційних будівельних матеріалів.

Несучу здатність конструкції стіни визначають статичним розрахунком, який встановлює класи бетону і арматури. Витрата товарного бетону не нижче класу B20 на  $1 \text{ м}^2$  стіни складає всього  $0,1 \text{ м}^3$ . Маса  $1 \text{ м}^2$  стіни до 250 кг, що робить можливим застосування цієї технології при надбудовах і реконструкції існуючих будівель без виконання вартісних робіт з підсилення фундаментів. Невелика вага конструкцій виключає застосування на будівництві дороговартісних вантажопідйомних механізмів і важкої техніки. На будові достатньо мати бетонний насос для подачі бетонного розчину і ручний електроінструмент. Варто відмітити також і те, що просторова плита 3d не потребує застосування опалубки – за рахунок того, що вона сама виступає у ролі опалубки.

Для оцінки теплоізоляційних властивостей стінового огороження виконано порівняння різних матеріалів у конструкції (табл. 1). Щоб

забезпечити достатній термічний опір огорожуючої конструкції, можна застосовувати певні стінові матеріали, товщина їх встановлена розрахунком і зведена у таблицю 1.

Таблиця 1

## Теплотехнічний розрахунок

Вид стінового матеріалу	Щільність, кг/м <sup>3</sup>	Коефіцієнт теплопровідності, $\lambda$ , Вт/(м <sup>2</sup> °С)	Розрахункова товщина стіни, м	Маса 1м <sup>2</sup> стіни, кг
Цегла глиняна повнотіла	1700	0,81	2,5	4250
Цегла глиняна з порожнинами 20%	1400	0,43	1,35	1900
Цегла силікатна	1800	0,87	2,7	4860
Цегла глиняна поризована	800	0,18	0,55	450
Чарункуватий бетон	500-600	0,16-0,19	0,5-0,6	250-360
Керамзитобетон	500-1200	0,23-0,52	0,72-1,64	360-1970
Просторова плита 3d	150-400	0,05-0,1	0,16-0,32	24-128
Дерево (сосна)	500	0,14-0,18	0,45	220

Наведені дані свідчать про явні переваги стіни з плити 3d, оскільки при найбільшій теплоізоляційній здатності отримуємо найменшу вагу стінової конструкції.

Отже, дана технологія зведення будівель і споруд є досить актуальною у сьогоденні. Адже малі затрати праці, швидкість роботи, надійність, довговічність, відносна дешевизна у порівнянні з іншими технологіями, робить даний продукт найраціональнішим варіантом будівництва. Велика гама різного роду будівництва, як житлового так і громадського, а також можливість зведення будівель та споруд у сейсмічних зонах, знову ж таки доводить переваги застосування просторової плити 3d.

**Аннотація**

В статье рассмотрено технологию строительства зданий и сооружений пространственными плитами 3d, указываются их состав и структура, отмечена простота их монтажа, возможность строить в сейсмических зонах, указано на большой ассортимент объектов различного назначения, которые можно строить из пространственных плит 3d, проведено теплотехнический расчет наиболее

распространенных строительных материалов в конструкциях и составлена сравнительная характеристика.

**Ключевые слова:** пространственная плита 3d, конструкция, бетонный слой, арматура, пенополистирольный наполнитель, технология, стена, торкрет бетон.

### **Annotation**

In the article technology of building of buildings and buildings is considered by the spatial flags of 3d, their composition and structure is specified, it is marked on simplicity of their editing, possibility to build in seismic areas, specified about the wide assortment of objects of the different setting, which it is possible to build from the spatial flags of 3d, the heating engineering calculation of the most widespread build materials is conducted in constructions and comparative description which is erected in a table is made.

**Keywords:** spatial flag of 3d, construction, concrete layer, armature, technology, wall, torcret concrete.