

УДК 693.546

к.т.н., професор Осипов О.Ф., Казимір Д.В.,  
Київський національний університет будівництва і архітектури

## ДОСВІД БУДІВНИЦТВА В ІСНУЮЧІЙ ЗАБУДОВІ КРУПНИХ І СЕРЕДНІХ МІСТ ЄВРОСОЮЗУ

*Висвітлені особливості та зарубіжний досвід будівництва в існуючій забудові, обґрунтовується проблемне питання щодо необхідності розробки раціональних методів виконання та способів механізації будівельних процесів в існуючій міській забудові.*

*Ключові слова: досвід, існуюча забудова, технологія, штучне огороження котловану, стиснені умови.*

Характерною рисою сучасного містобудування є зведення нових будівель та споруд в умовах історично сформованої забудови, що пояснюється постійно високим попитом на нерухомість в освоєних та близьких до центру районах. Даний тип будівництва має свої особливості, що не характерні для будівництва в звичайних умовах, а їх успішна реалізація спрямована на збереження прилеглих будівель, пам'яток архітектури та історії; забезпечення нормальних умов проживання та праці мешканців у поруч розташованих будинках.

Однак головною проблемою є зростання трудомісткості та собівартості загальнобудівельних та будівельно-монтажних робіт, особливо при зведенні підземних конструкцій.

Як приклад, розглядається досвід будівництва в існуючій забудові крупних і середніх міст Європейського Союзу, а саме:

- м. Лондон (Англія) – комплекс житлових будівель малої поверховості;
- м. Відень (Австрія) – блок G торговельно-розважального центру Euro Plaza;
- Люксембург – шестиповерхова житлова будівля, дев'ятиповерхова офісна будівля з підземним паркінгом;
- м. Роттердам (Нідерланди) – двадцятиповерховий житловий комплекс з приміщеннями торговельної сфери The V`Tower, двадцятидвох-поверхова офісна будівля.

Першим прикладом є зведення будівлі у м. Лондон, що відбувається на ділянці зі складними умовами. На її території знаходилась будівля, що підлягала повному знесенню в два етапи. На першому етапі здійснюється знесення надземної частини (4 поверхи) та частини підвальних приміщень, фундаментів неглибокого закладання, що потрапляють лише в пляму забудови. Таке організаційно-технологічне рішення було обумовлено з одного боку -

малими розмірами майданчика (неможливість влаштування відкосів), з іншого – техніко-економічними перевагами - влаштування огороження котловану із січних паль лише до відмітки низу незнесених фундаментів. Це значно скоротило загальні терміни влаштування периметру огороження котловану, хоча дещо і ускладнило подальші земляні та пальові роботи, оскільки продуктивність праці поблизу недемонтованих фундаментів знижувалась. Інше технологічне рішення включало підсилення фундаментів прилеглих будівель до будівельного майданчика: цементацією тіла фундаментів та хімічним закріпленням ґрунтів під існуючими фундаментами.

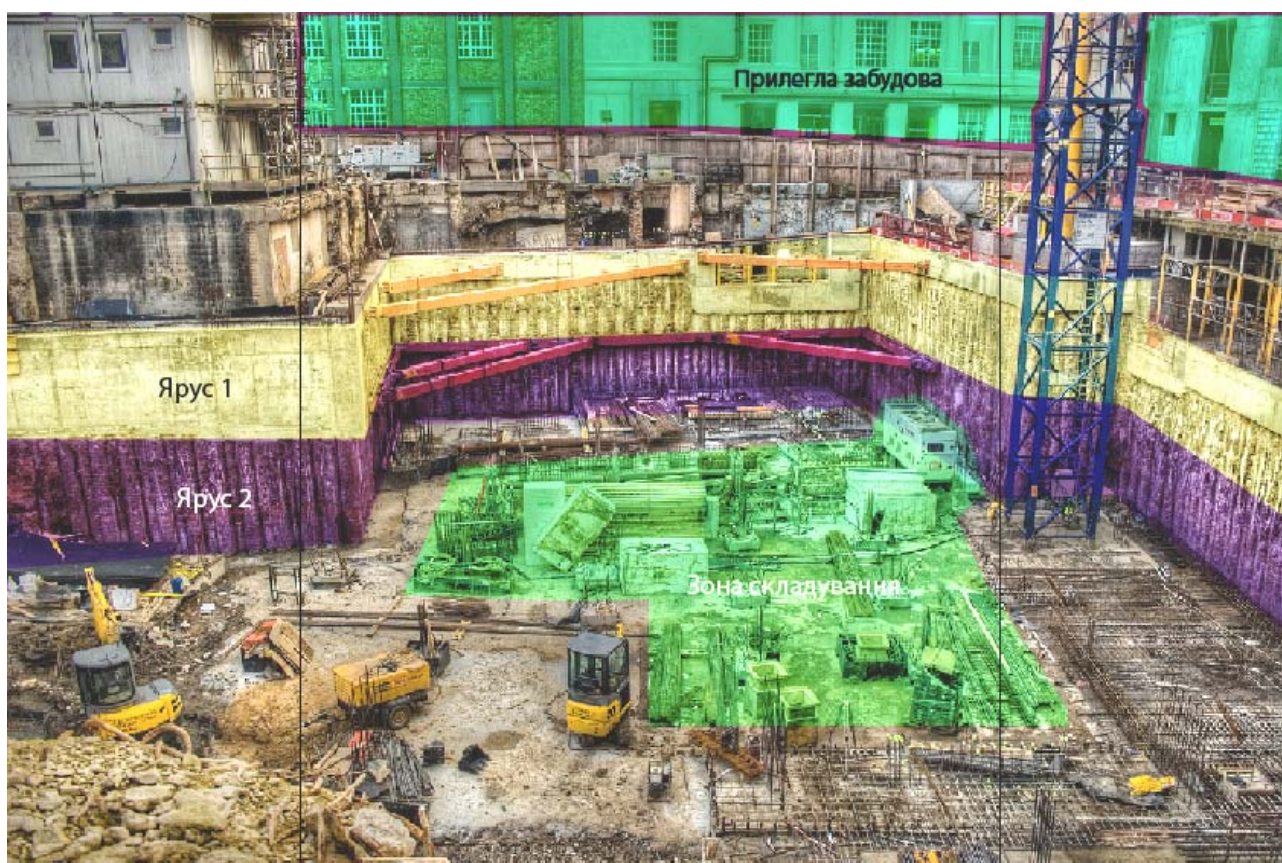


Рис. 1. Спорудження комплексу житлових будівель малої поверховості (до 7 поверхів) з дворівневим підземним паркінгом в безпосередній близькості з існуючою забудовою, Лондон, Англія. 2008-2009 р

Інженерно-геологічні умови ділянки будівництва характеризувалися як складні, з наявністю високого рівня ґрунтових вод. Проходження слабких ґрунтів здійснювалась буроін'єкційними палями, які влаштовувалися за допомогою бурової установки Casagrande CFA 26. Застосування буроін'єкційних паль забезпечувало зниження трудомісткості та давало змогу повністю виключити вібраційний вплив на прилеглу забудову. Останнє також враховано при прийнятті буросічних паль для влаштування штучного огороження котловану (з денної поверхні). Використання буросічних паль було обумовлено складною конфігурацією будівлі в плані та необхідністю

повністю ізолювати котлован від проникання вологи через наявність високого рівня ґрунтових вод.

Після влаштування огороження котловану з буросічних паль та з'єднання їх оголовоків обв'язувальним монолітним залізобетонним поясом розпочалась поярусна розробка ґрунту (два яруси, глибиною 3 м кожен). Етап розробки кожного ярусу завершувався влаштуванням системи збірних металевих розпірних елементів, що збільшували жорсткість огороження та протидіяли виникненню деформацій (при виямці ґрунту збільшуються горизонтальні навантаження на стінки котловану), що недопустимо за умов будівництва в безпосередній близькості з існуючою забудовою. Цей простий та економічний метод дав змогу відмовитись від влаштування трудоємного та коштовного кріплення стінок огороження.

Вибір комплектів будівельних машин, обладнання та способів виконання робіт виконувалось з врахуванням стиснених умов будівництва. В першу чергу - застосування баштового крану без оголовку башти Linden Comansa 5LC 4510, що дало можливість розташувати його опорну частину на фундаментній плиті, а саму башту – в технологічних отворах плит перекриттів та виконувати демонтаж, після зведення будівлі, самохідним стріловим краном типу Liebherr LMT 1090-4.1. Також було використано сучасну малогабаритну техніку: екскаватор Caterpillar 303.5C CR, мобільні машини та устаткування для ущільнення ґрунтів, прийому та укладання бетонної суміші, обладнання для в'язання арматурних каркасів конструкцій, а також використання конструкцій максимальної готовності (див. рис.1.).

При спорудженні торговельно-розважального центру Euro Plaza виконання робіт по влаштуванню підземної частини будівлі ускладнювалось наявністю старих фундаментів та великою кількістю інженерних комунікацій, що перетинали будівельний майданчик. (див. рис.2.). До початку робіт по влаштуванню огороження котловану були перенесені силові кабелі, кабелі зв'язку, напірні трубопроводи водо- та газопостачання. Також до підготовчого періоду входило влаштування тимчасових доріг та робочих площадок.

Штучне огороження котловану виконане буросічними палями з двома поясами анкерних кріплень по контуру котловану, що забезпечували стійкість стінок та безпечну розробку ярусів котловану, оскільки були технологічно та організаційно взаємопов'язані. Розробка котловану виконувалась в три яруси. Перший ярус глибиною 3 – 4 м виконувався після влаштування буросічних паль по периметру котловану. Розробці другого ярусу передувало виконання верхнього поясу анкерних кріплень на глибині 3 – 4 м, аналогічно роботи виконувались на третьому ярусі. Проходки екскаваторів включали розробку привантажувальних берм всередині котловану вздовж стінки по захваткам.



Розробка котловану здійснювалась трьома комплектами машин на першому та другому ярусах, двома комплектами при розробці третього ярусу (див. рис.2.). Кожен комплект машин складався з двох гусеничних екскаваторів: ємністю ковша 1,0 - 1,4 м<sup>3</sup> (Volvo EC360), 0,3 - 0,5 м<sup>3</sup> (Volvo EC130C) та фронтального навантажувача CAT 938.



Рис. 2. Спорудження блоку G торговельно-розважального центру Euro Plaza з офісними приміщеннями різної поверховості (4 - 8 поверхів) та трьохрівневим підземним паркінгом в безпосередній близькості з існуючими будинками, Відень, Австрія.2006-2008 р

Основний об'єм земляних робіт розроблявся екскаваторами з більшою ємністю ковша (1,0 - 1,4 м<sup>3</sup>) та фронтальні навантажувачі, тоді як екскаватори з ковшом меншої ємності (0,3 - 0,5 м<sup>3</sup>) використовувались для очищення огороження з січних паль від залишків ґрунту та планування дна котловану, де вони мали перевагу за рахунок більшої мобільності, а отже і максимальну продуктивність. Дана почерговість роботи комплекту машин дозволила максимально скоротити терміни виконання робіт. Після виконання об'ємів робіт на захватках за межами тимчасового з'їзду в котлован, його переносять поярусно з додержанням технологічних циклів розробки котловану. При зменшенні фронту робіт на завершальному етапі розробки третього ярусу кількість комплектів машин скоротилась до одного. А для екскавації

тимчасового земляного пандусу використовувались два гусеничні екскаватори 1,0 м<sup>3</sup> та 0,3 м<sup>3</sup> відповідно, котрі після завершення екскавації виймалися з котловану за допомогою самохідного стрілового крану.

Всього через значну площу забудови (близько 9600 м<sup>2</sup>) використовувалось шість баштових кранів (див. рис.2.). В першу чергу було проведено монтаж трьох кранів за периметром котловану, одразу після влаштування обв'язувального монолітного поясу по буросічним палям, що дало змогу скоротити тривалість будівництва. Інші три баштові крани розташовувались в пламі забудови та монтувались по мірі влаштування

ростерку по захваткам, на спеціально споруджених фундаментах.

Ділянка на якій зводився наступний об'єкт, шестиповерхова житлового будівля, знаходилась в стиснених умовах: безпосередньо примикала до існуючої забудови з двох сторін, а розміри будівельного майданчика практично рівні плямі забудови.

Останній фактор вплинув на розміщення адміністративно-побутових приміщень: було влаштовано металеву інвентарну прибудову на рівні другого поверху, що консольно нависає над пішохідною галереєю та проїздною частиною.



Рис.3. Спорудження шести-поверхового житлового будинку. Люксембург, 2009-2010 р

Для огороження котловану глибиною 5м використовувалось шпунтове огороження з двотаврів та дерев'яної забірки. А на ділянках примикання котловану до існуючих будівель влаштовувались буронабивні палі діаметром 800мм з піонерного котловану глибиною 1 м.

Розробка котловану велась в два яруси. Спочатку виямку ґрунту здійснили на 0,5м нижче верху шпунтового огороження та буронабивних палей для влаштування обв'язувального поясу по всьому периметру котловану.



Далі розроблявся наступний ярус на 2,5м та монтувалася розпірна система багаторазового використання, після чого слідувала розробка на проектну глибину (5м) влаштування фундаментної плити та несучих конструкцій.

Наступний об'єкт-представник – будівля, що зводилася як вставка між двома існуючими будівлями після демонтажу несучих конструкцій та фундаментів старої споруди. Їх розбирання виконувалась з дотриманням



підвищених заходів безпеки паралельно із влаштуванням форшахт для зведення огороження котловану з буросічних паль, а також влаштуванням привантажувальних берм. Дана ділянка характеризується фактичною відсутністю площ для складування та заготівлі матеріалів, що вимагає максимального використання готових конструкцій та здійснювати монтаж «з колес». Цей фактор також вплинув на використання баштового крана без оголовку башти, монтаж та демонтаж якого здійснюється поелементно колісним краном з-за меж будівельного майданчика.

Рис. 4. Спорудження дев'ятиповерхової офісної будівлі з підземним паркінгом. Люксембург, 2010-2011 р

Розробці котловану на проектну відмітку (4м від поверхні) передувало влаштування обв'язувального монолітного залізобетонного поясу по оголовкам буросічних паль огорожі. Далі здійснювалася відсипка привантажувальних берм та розробка першого ярусу глибиною 1 - 2 м, що ускладнювалось наявністю старих фундаментів та комунікацій. Буроін'єкційні пальові фундаменти виконуються буровою установкою Bauer BG18 після розробки першого ярусу. Після чого в найбільш небезпечних місцях влаштовувались тимчасові металеві розкоси, що розкріплювались в огороження з буросічних паль та розробка другого ярусу, далі починають влаштовувати фундаментну плиту та монолітні роботи по зведенню будівлі.

До стиснених умови, в яких перебуває наступний об'єкт-представник, належить: обмеженість площі навколо котловану для розміщення будівельного обладнання, бетононасосів та бетонозмішувального транспорту, площадок для тимчасового складування будівельних матеріалів, межування з існуючими будівлями, влаштування опориної частини баштового крану на фундаментній плиті.

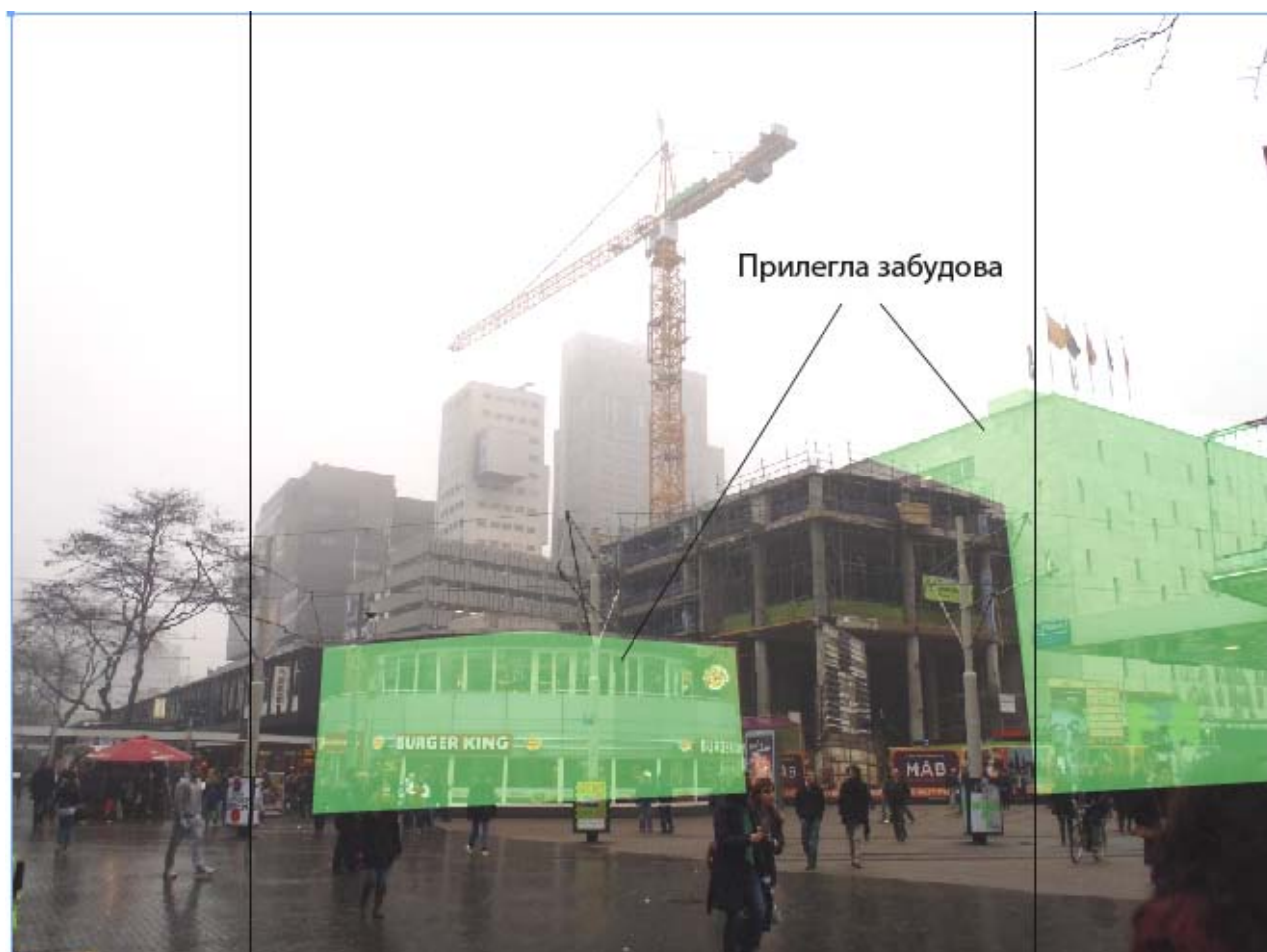


Рис. 5. Спорудження двадцятиповерхового житлового комплексу з приміщеннями торгівельної сфери The V-Tower. Роттердам, Нідерланди. 2009-2011 р

Роботи почались із влаштування замкнутого контуру огороження із буросічних паль, оскільки дана технологія була найбільш придатна для даних геологічних умов та враховувала фактор межування з фундаментами неглибокого закладання прилеглих будівель. Паралельно, по захваткам влаштовувався обв'язувальний монолітний залізобетонний пояс по оголовкам біросічних паль. Далі велась розробка ґрунту двох ярусів гусеничними екскаваторами Hitachi ZX240-3, Hitachi ZX70. Після екскавації першого ярусу влаштовувалась інвентарна металева підірнa система по розподільчим поясам, дещо вище за відмітку плити перекриття першого підземного поверху. Це

спрощувало демонтаж системи після влаштування плити перекриття першого підземного поверху.

Будівництво наступного об'єкту-представника відбувається на ділянці, що межує з існуючою забудовою. Оскільки проектом передбачено будівництво трьохповерхового паркінгу, що має значну площу в плані, для зведення підземної частини було використано технологію «вверх-вниз» або «up-down».



Вона включала паралельне зведення паркінгу та надземної частини:

- влаштування контуру огорожі за технологією «стіна в ґрунті» та постійних несучих конструкцій всередині контуру будівлі;
- зведення перекриття першого підземного поверху, ліфтових шахт на всю висоту будівлі та надземних перекриттів;
- зведення перекриттів на підземних поверхах та екскавацію ґрунту з-під перекриттів після набору ними проектної міцності;
- влаштування фундаментної плити.

Дана технологія дозволяє значно зменшити вплив будівництва на існуючу забудову.

Рис. 6. Спорудження 22-поверхової офісної будівлі. Роттердам, Нідерланди. 2010-2011 р

Оскільки будівництво прилягало до діючих об'єктів соціально-культурного забезпечення - безпека будівництва підземної частини та будівлі в цілому, а також мінімізація впливу будівництва на прилеглу забудову, забезпечувалась моніторингом деформацій. Моніторинг виконувався за деформаціями фундаментів прилеглих будівель, кренами та перекосами несучих конструкцій і будинків.

Отже будівельні процеси по зведенню підземних конструкцій носять характер найбільш відповідальних та вимагають використання спеціальних технологій, ефективних машин та механізмів, мають суттєвий вплив на існуючі будівлі та потребують увязки проектних рішень з можливими технологіями



виконання робіт. В кожному окремому випадку потрібний аналіз можливих комбінації умов, щоб сформувавши загальний підхід при виборі технологічних рішень.

Таким чином, будівництво в існуючій забудові крупних і середніх міст Європейського Союзу є трудомістким, має значну машиномісткість та собівартість. Висвітлений досвід зведення будівель в існуючій забудові крупних міст Європи свідчить про те, що умови та організаційно-технологічні рішення зіставні з аналогічними рішеннями й умовами на подібних вітчизняних будівельних майданчиках. Тому особливо актуальним стає питання розробки раціональних методів виконання та способів механізації будівельних процесів, параметри яких сформовані з врахуванням специфічних факторів будівництва та будівельно-технологічних рішень об'єктів, що споруджуються, та поруч розташованих.

#### Література

1. *Осинов О.Ф., Гладун І.Т.* Будівництво в умовах міської забудови. Досвід і перспективи//Містобудування та територіальне планування. Науково-технічний збірник. Вип. 17. – К.: КНУБА, 2004. – С. 216-224.

2. *Осинов О.Ф., Гладун І.Т.* Технологічні аспекти зведення будинків в умовах комплексної реконструкції міських районів//Містобудування та територіальне планування. Науково-технічний збірник. Вип. 18. – К.: КНУБА, 2004. – С. 132-137.

#### Аннотація

В статье освещены особенности и зарубежный опыт строительства в существующей застройке, обосновывается проблемный вопрос, касающийся необходимости разработки рациональных методов выполнения и способов механизации строительных процессов в существующей городской застройке.

Ключевые слова: опыт, существующая застройка, технология, искусственное ограждение котлована, стесненные условия.

#### Annotation

The article deals with peculiarities of construction in densely built-up areas, foreign experience of solving similar domestic production situations, justifies the problems and tasks for the development of rational methods and technological solutions for construction processes in densely built-up areas of cities and towns across Ukraine.

Keywords: experience, densely built-up area, technology, excavation pit retaining walls, cramped conditions.