

**ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ЗАКРІПЛЕННЯ  
ГРУНТІВ ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД**

**USE OF MODERN MATERIALS FOR STRENGTHENING SOILS IN  
RECONSTRUCTION OF BUILDINGS AND CONSTRUCTIONS**

*д-р техн. наук С.В. Панченко<sup>1</sup>, д-р техн. наук Г.Л. Ватуля<sup>1</sup>,  
канд. техн. наук О.В. Лобяк<sup>1</sup>, канд. техн. наук М.В. Павлюченков<sup>1</sup>,  
канд. техн. наук О.С. Герасименко<sup>1</sup>, С.М. Богдан<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)

<sup>2</sup>ТОВ «Мареї» Україна (м. Київ)

*S.V. Panchenko<sup>1</sup>, D.Sc. (Tech.), G.L. Vatulia<sup>1</sup>, D.Sc. (Tech.),  
O.V. Lobiak<sup>1</sup>, PhD (Tech.), M.V. Pavliuchenkov<sup>1</sup>, PhD (Tech.),  
O.S. Herasymenko<sup>1</sup>, PhD (Tech.), S.M. Bohdan<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Ukrainian state university of railway transport (Kharkiv)

<sup>2</sup>LLC "Marey" Ukraine (Kyiv)

Закріплення ґрунтів є актуальною проблемою при реконструкції будівель в великих містах. Необхідність даного виду робіт виникає зокрема через комерційну привабливість придбання будівель в центральній частині міста з метою надбудови додаткових поверхів або внутрішнього перепланування. У кожному з випадків має місце збільшення навантажень на фундаменти. Крім того, у великих і швидко зростаючих містах спостерігається тенденція до замочування ґрунтів техногенними або ґрунтовими водами, що призводить до ослаблення основ фундаментів.

Перевагою хімічного закріплення ґрунтів полягає у відносній простоті виробництва робіт, можливості закріплення ґрунту на будь-яку глибину без розкриття фундаментів, коротких термінах виконання робіт, виконанні робіт по реконструкції без припинення експлуатації будівлі [1]. А у деяких випадках, хімічне закріплення залишається єдиним технічно можливим способом збільшення міцності і характеристик жорсткості основи.

Робота присвячена дослідженню сучасних матеріалів ТМ МАРЕІ, призначених закріплення піщаних ґрунтів або ґрунтів з низькою проникністю (Expanjet, Expanfluid, Dynamon Easy 11; Microcem 8000).

Фізико-механічні характеристики вихідних і закріплених ґрунтів визначено в лабораторних умовах [2] з використанням серій зразків відповідно до досліджуваного ґрунту і складу композиції. Характеристики ґрунтів: опір ґрунту зрізу( $\phi$ ); кут внутрішнього тертя ( $u$ ); питоме зчеплення ( $C$ ) визначені за результатами випробувань зразків методом одноплощинного зрізу в одноплощинних зрізних приладах з фіксованою площиною зрізу. Суть методу полягає у зсуванні однієї частини зразка відносно другої його частини дотичним навантаженням, при одночасному навантажуванні зразка

навантаженням, нормальним до площини зрізу. Далі проводилися випробування ґрунту методом компресійного стиску для визначення таких характеристик деформативності: коефіцієнта стисливості ( $m_0$ ) та модуля деформації  $E$ . Ці характеристики визначалися за результатами випробувань зразків ґрунту в компресійних приладах (одометрах), які виключають можливість бічного розширення зразка ґрунту при його навантажуванні вертикальним навантаженням.

Отримані результати покладено в основу проекту реконструкції 4-х поверхового будинку. У процесі реконструкції виконується пристрій всередині будівлі плитних фундаментів на штучній основі, з оперттям колон каркаса в центрі приміщень. Попередньо основа під додатковими фундаментами складалася з просадочних суглинків з початковим просадочним тиском 0.12 МПа, що підлягає хімічному закріпленню. Технологія хімічного закріплення основи передбачає перед зведенням додаткових фундаментів рівномірне перемішування ґрунту за допомогою спеціального шнека з подачею необхідних компонентів і наступним ущільненням [3].

Розрахункова схема будинку (рис. 1) виконана у середовищі ПК Lira-SAPR 2018 Pro [4] елементами оболонки, для моделювання стін, перекриттів і покриття, і універсальними стрижневими СЕ - для елементів каркасу (ригелі, колони). Для фундаментів застосовувалися універсальні СЕ оболонки з урахуванням параметрів пружної основи, які визначаються відповідно до тривимірної моделі ґрунту. Відповідно до цієї моделі по всій області фундаментів ітераційно визначаються значення коефіцієнтів постелі  $C1$ ,  $C2$ , що залежать від власних навантажень на фундаменти і навантажень від прилеглих будівель, а також обчислюються глибина стисливої товщі і осадка.

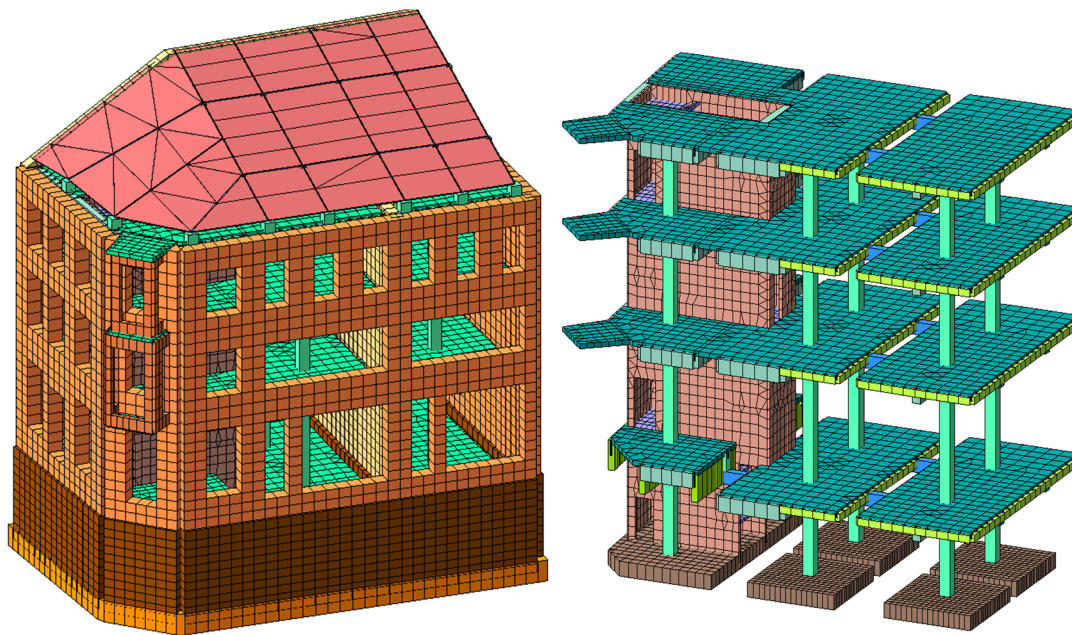


Рис. 1. Розрахункова модель будівлі

При моделюванні конструкцій будівлі приймалося умова незалежної роботи існуючої будівлі і проєктованих елементів, тобто – зовнішні стіни будівлі залишаються самонесучими з огорожувальними функціями.

Аналіз розрахунків та оцінка ефекту від закріплення виконувалися по значенням коефіцієнтів постелі  $C1$  і  $C2$ , тиску на ґрунт  $Pz$ , вертикальним деформаціям та розрахунковому опору. Для кожного із составів дана оцінка несучої здатності закріпленого ґрунту (таблиця 1).

Таблиця 1

Результати розрахунку

Найменування	Тиск на ґрунт	Коефіцієнти постелі		Осадка	Запас несучої здатності основи
		C1	C2		
	т/м <sup>2</sup>	т/м <sup>3</sup>	т/м	мм	
Незакріплений ґрунт	13.7	112-158	1750-2470	116	0.89
Закріплення ґрунту композицією Expanjet	12.5	331-469	5210-7340	37.2	19.6
Закріплення ґрунту композицією Expanfluid	13.5	127-180	2000-2820	101	17.1
Закріплення ґрунту композицією Dynamon	13.6	116-164	1820-2570	111	19.5
Закріплення ґрунту композицією Microsem	13.1	184-261	2890-4080	68.3	93.8

Дослідження встановили високу ефективність матеріалів ТМ МАРЕІ у випадках хімічного закріплення посадочних ґрунтів при реконструкції за схемою створення штучної основи. Відповідно до прийнятих композицій вдалося збільшити жорсткість основи від 4.5% до 210%, несучу здатність збільшити в 10 разів і більше.

[1] Игошева Л.А., Гришина А.С. Обзор основных методов укрепления грунтов основания. Вестник ПНИПУ. Строительство и архитектура Т. 7, № 2 (2016) С. 5-21.

[2] ДСТУ Б В.2.1-4-96 (ГОСТ 12248-96) Ґрунти. Методи лабораторного визначення характеристик міцності і деформації. Чинний від 01.04.1997. Київ: НДІОСП, 1997. 102с. (Національний стандарт України: інформація та документація).

[3] Зоценко М.Л., Винников Ю.Л., Зоценко В.М. Бурові ґрунтоцементні палі, які виготовляються за бурозмішувальним методом: Монографія. Харків: «Друкарня Мадрид», 2016. 94 с.

[4] Городецкий А.С., Евзеров И.Д. Компьютерные модели конструкций. К.: Факт, 2007. 394 с.