

УЛАШТУВАННЯ ШПУНТОВОЇ СТІНКИ ОГОРОДЖЕННЯ КОТЛОВАНУ В УМОВАХ АВАРІЙНОГО СТАНУ ПРИЛЕГЛОЇ ЗАБУДОВИ

Для умов конкретного будівельного майданчика наведено особливості влаштування шпунтової стінки огородження котловану в умовах щільної забудови й аварійного стану навколишньої забудови.

Ключові слова: шпунтова стінка, основа, взаємний вплив.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Будівництво і реконструкція в умовах щільної забудови відіграє важливу народногосподарську роль. При будівництві в таких умовах гостро стоїть питання недопущення пошкоджень і аварійних деформацій навколишньої забудови, особливо коли технічний стан цієї забудови знаходиться в передаварійному стані. Проектування захисних конструкцій під нову забудову слід проводити в комплексі з розробленням технічних рішень з підсилення будівельних конструкцій існуючої забудови, що знаходяться в аварійному чи непридатному до нормальної експлуатації технічному стані. Особливу увагу необхідно приділяти вибору технології влаштування захисних споруд, використовуючи накопичений досвід проведення таких робіт у схожих інженерно-геологічних умовах [1 – 4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанню оцінювання впливу нового будівництва на навколишню забудову, вибору конструктивних рішень зменшення його негативної складової присвячено праці І.П. Бойка, М.П. Дубровського, М.Л. Зоценка, В.О. Іллічова, Ю.О. Киричека, І.Я. Лучковського, Р.А. Мангушева, О.О. Петракова, А.Б. Пономарьова, Г.П. Таланова, В.М. Улицького, О.Г. Шашкіна, В.Б. Швеця та інших [3 – 12].

Виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми, яким присвячується стаття. У статті наведений один із прикладів реалізації практичного досвіду, накопиченого в СП «Основа-Солсіф» і ДП НДІБК під час проведення робіт з улаштування захисних споруд в умовах щільної забудови.

Метою роботи є розроблення на основі аналізу конструктивних рішень і проведення інженерних розрахунків ефективних технічних рішень з мінімізації негативного впливу зведення багатоповерхового комплексу на розташовану поруч будівлю, що перебуває в передаварійному стані.

Виклад основного матеріалу. 3-поверхова офісна будівля в Шевченківському районі Києва зведена до 1917 р. Один із поверхів – напівпідвальний. Будівля Г-подібна в плані з максимальними розмірами близько 21,5×16,0 м. Висота напівпідвального поверху становить 3,15 м, 1-го поверху – 3,6 м, 2-го поверху – 3,3 м. Конструктивна схема будівлі – з поздовжніми і поперечними несучими стінами.

За роки експлуатації в її конструкціях виникли дефекти і пошкодження, що можна класифікувати таким чином: вертикальні тріщини в цегляній кладці із шириною розкриття до 3,0 мм, які виникли через нерівномірні деформації основ і фундаментів будівлі; вертикальні й похилі тріщини із шириною розкриття до 6,0 мм в цегляній кладці та цегляних перемичках над віконними прорізами, що виникли через втрату міцності розчину і їх механічне пошкодження (заміна вікон) чи перевантаження; вивітрювання розчину зі швів цегляної кладки на глибину до 1,5 см; випадання окремих цеглин із кладки.

У геоморфологічному відношенні ділянка вишукувань розташована в межах лівобережного схилу долини р. Либідь. У геологічній будові беруть участь озерно-алювіальні відклади, представлені пісками від пілуватих до дрібних та супісками, які залягають на розмитій поверхні «київських мергелів».

До несприятливих інженерно-геологічних факторів і процесів слід віднести: підтоплення території (рівень ґрунтових вод складає 2,0 м від поверхні планування) і можливу механічну суфозію піщаних ґрунтів при влаштуванні буронабивних паль.

Характерний інженерно-геологічний розріз наведений на рис. 1, а фізико-механічні характеристики ґрунтів – у табл. 1.

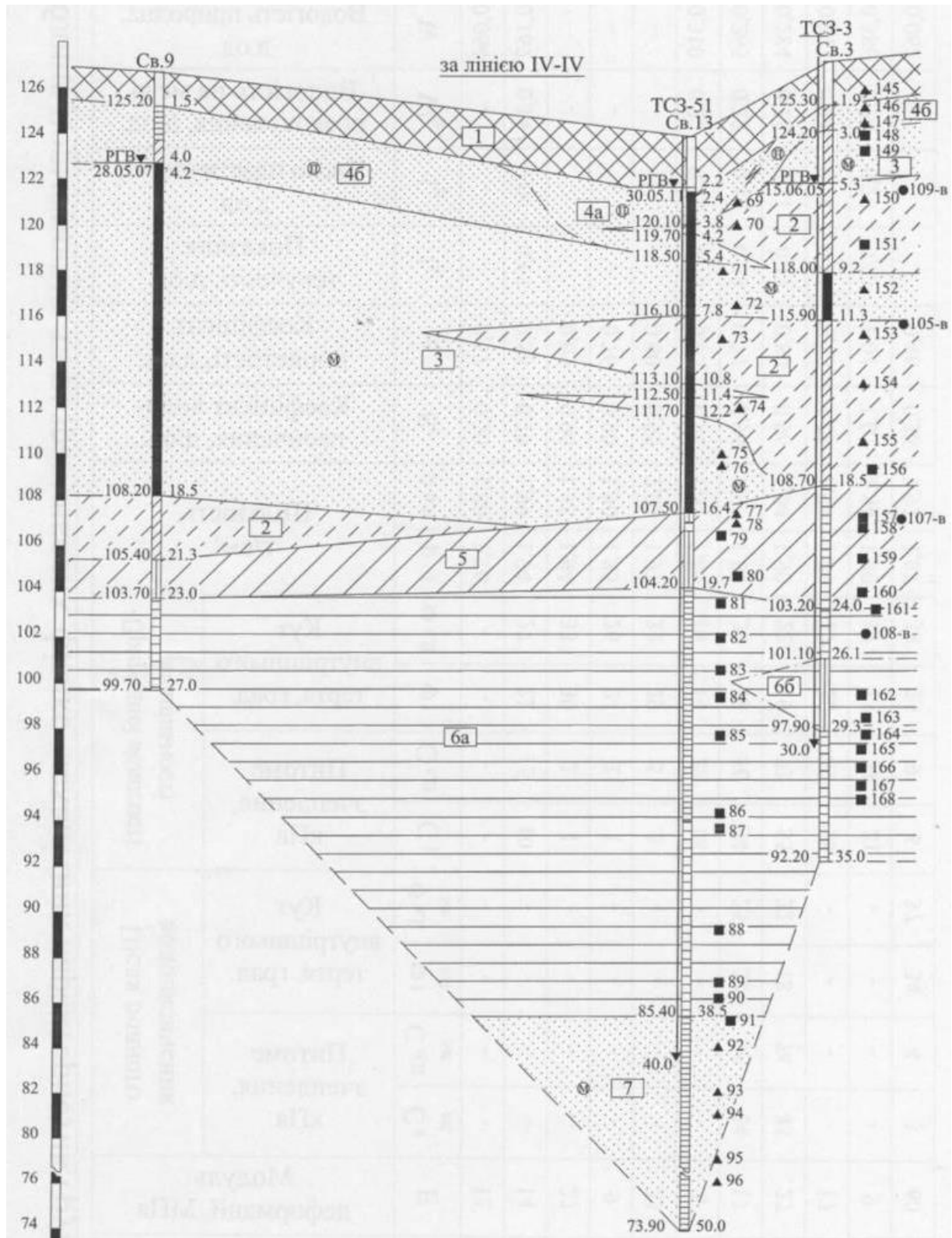


Рисунок 1 – Інженерно-геологічний розріз

Таблиця 1 – Нормативні та розрахункові характеристики ґрунтів

Номер ІГЕ	Вологість природна, д.од.			Вологість на межі розкопування, д.од.			Число пластичності, д.од.			Показник текучості, д.од.			Коефіцієнт пористості, д.од.			Коефіцієнт водонасичення, д.од.			Щільність, г/см ³		Природної вологості та щільності				Після повного водонасичення				Модуль деформації, МПа	Умовний розрахунковий опір, кПа
	W	W _p	I _p	I _L	e	S _r	ρ _{n,II}	ρ _I	φ _{n,II}	φ _I	C _{n,II}	C _I	φ _{n,II sat}	φ _{I sat}	C _{n,II sat}	C _{I sat}	E	R _o												
	1	0,064	-	-	-	0,57	0,30	1,80	1,76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	150									
2	0,167	0,14	0,04	0,68	0,56	0,79	1,99	1,94	27	22	15	10	-	-	-	-	-	14	275											
3	-	-	-	-	0,65	0,96	1,98	1,94	33	30	2	1	-	-	-	-	-	27	250											
4a	-	-	-	-	0,76	0,90	1,90	1,85	26	24	2	1	-	-	-	-	-	9	н/н											
4б	-	-	-	-	0,60	0,95	2,02	1,97	32	29	5	3	-	-	-	-	-	23	125											
5a	0,310	0,22	0,12	0,75	0,85	0,98	1,91	1,86	16	14	28	18	-	-	-	-	-	8	160											
5	0,265	0,22	0,12	0,38	0,77	0,94	1,93	1,89	20	18	50	34	25	20	36	24	17	210												
6a	0,284	0,26	0,21	0,11	0,80	0,96	1,94	1,90	22	19	73	55	22	18	74	45	27	285												
6б	0,311	0,24	0,21	0,34	0,83	1,01	1,94	1,89	27	20	42	28	-	-	-	-	17	260												
6в	0,386	0,24	0,20	0,73	1,04	1,01	1,84	1,80	17	15	31	21	-	-	-	-	9	155												
7	0,062	-	-	-	0,46	0,36	1,92	1,87	38	35	9	6	37	34	4	3	60	400												

ІГЕ-1 (t IV). Насипний ґрунт: подекуди – асфальт (0,1 м) та щебениста підсіпка (0,2 м), нижче – пісок мілкий і пилюватий, з прошарками супіску 30 – 40%, з включенням будівельного сміття 20 – 40%, з окремими шматками та брилами залізобетону. Потужність шару – 1,5 – 3,7 м.

ІГЕ-2 (Ia III-IV). Супісок піщанистий, жовто-сірий і сірий, жовто-коричневий пластичний, з прошарками до 25% текучого та до 5% твердого, з прошарками піску мілкого до 30%. Потужність шару – 0,4 – 6,0 м.

ІГЕ-3 (Ia III-IV). Пісок мілкий, сірий і жовто-сірий, жовто-коричневий, вологий та насичений водою, середньої щільності з прошарками щільного до 25%, з прошарками супіску 10 – 20%, подекуди – до 40%. Потужність шару – 0,6 – 14,9 м.

ІГЕ-4a (Ia III-IV). Пісок пилюватий, жовто-сірий і жовто-коричневий, вологий та насичений водою, пухкий, з прошарками щільного, з прошарками супіску 10 – 20%. Потужність шару – 2,6 м.

ІГЕ-4б (Ia III-IV). Пісок пилюватий, жовто-сірий і жовто-коричневий, вологий та насичений водою, середньої щільності з прошарками щільного, з прошарками супіску 10 – 20%. Потужність шару – 0,7 – 2,7 м.

ІГЕ-5a (P₂kv₂). «Наглинок»: неоднорідна глиниста товща блакитно-зеленуватого й темно-сірого кольору, представлена переважно мергелистим суглинком, легким пилюватим, від м'якопластичного до текучопластичного, з прошарками супіску текучого та пластичного 30 – 40%, з гравієм 3 – 10%. Потужність шару – 0,6 – 1,4 м.

ІГЕ-5 (P₂kv₂). «Наглинок»: неоднорідна глиниста товща блакитно-зеленуватого й темно-сірого кольору, представлена переважно мергелистим суглинком, легким пилюватим, від напівтвердого до тугопластичного, з прошарками супіску текучого та пластичного 30 – 40%, з прошарками глини напівтвердої до 10%, з гравієм 3 – 10%. Потужність шару – 1,7 – 5,5 м.

ІГЕ-6a (P₂kv₁). «Київський мергель»: глина легка пилювата блакитна й зеленувато-сіра, напівтверда, з прошарками піску пилюватого до 10%, з включенням гравію та карбонатних стяжін 10 – 15%. Розкрита потужність шару – 4,5 – 18,8 м.

ІГЕ-6б (P₂kv₁). «Київський мергель»: глина легка пилювата блакитна й зеленувато-сіра, тугопластична, з прошарками піску пилюватого до 10%, з включенням гравію та карбонатних стяжін 10 – 15%. Розкрита потужність шару – 0,7 – 5,1 м.

ІГЕ-6в (P₂kv₁). «Київський мергель»: глина легка пилювата блакитна й зеленувато-сіра, м'якопластична до текучопластичної, з прошарками піску пилюватого

до 10%, з включенням гравію та карбонатних стяжінь 10 – 15 %. Потужність шару – 1,0 м.

ІГЕ-7 (Р2бс). Пісок м'який, сірувато-зелений, щільний та дуже щільний, маловологий, у верхній частині з прошарками піску середньої крупності 20 – 25 %. Розкрита потужність шару – 1,2 – 11,5 м.

За даними Нормативних документів з питань обстежень, паспортизації, безпечної та надійної експлуатації виробничих будівель і споруд, загальний технічний стан будівлі визначений як стан III – непридатний до нормальної експлуатації, що межує з аварійним через стан цегляних стін і перемичок будівлі.

Згідно з табл. 4 і 5 ВСН 490-87 [2] будівля класифікується як будівля III категорії за станом деформацій у конструкціях, тобто при проведенні робіт зі зведення торговельно-офісного комплексу додаткове осідання фундаментів 3-поверхової офісної будівлі не повинне перевищувати $\Delta S = 0,5$ см, додаткова відносна різниця осідань величини $\Delta S / L = 0,0003$, крен $i = 0,0005$.

На відстані 2,35 м від торця існуючої будівлі планується зведення 24-поверхового торгово-офісного комплексу з підземним паркінгом (див. рисунок 2).

Математичне моделювання оцінки впливу нового будівництва на існуючу будівлю показав, що додаткові деформації її основи фундаментів після зведення висотної споруди будуть перевищувати граничні значення, наведені в нормах.

Для захисту існуючої будівлі від впливу будівництва висотної новобудови робочими кресленнями було передбачено влаштування стінки для запобігання горизонтальним переміщенням і виносу водонасиченого піску з-під основи існуючих фундаментів та посилення цегляної кладки для приведення її до задовільного стану і можливості сприйняття нею розтяжних зусиль при нерівномірних деформаціях основи фундаментів.

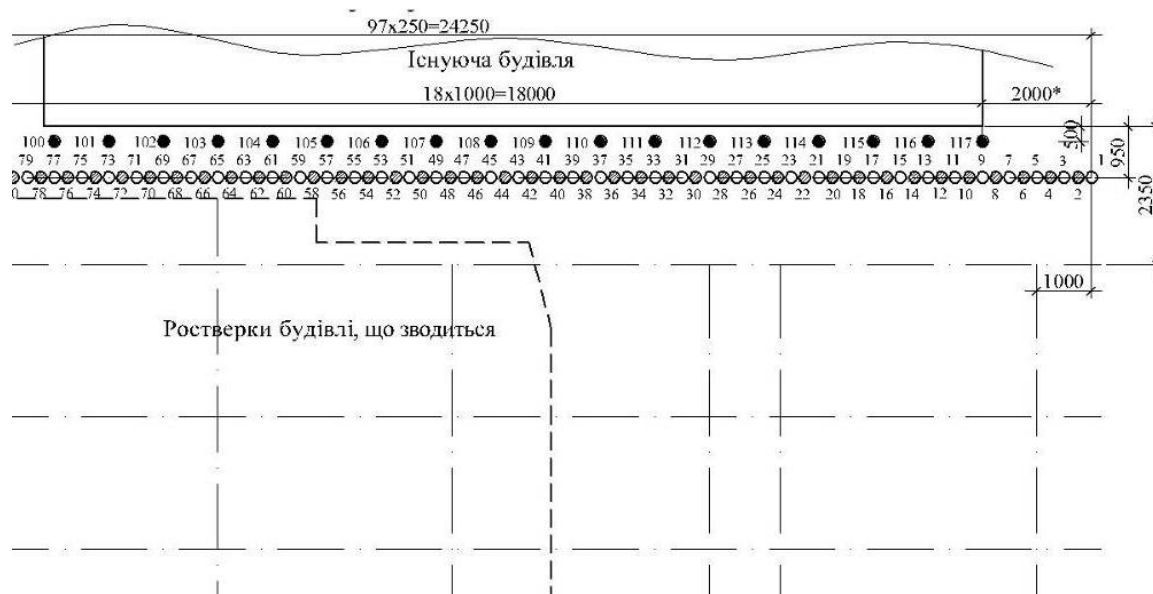


Рисунок 2 – Схема розміщення елементів шпунтової стінки

Також передбачалася певна послідовність виконання робіт: 1-ий етап – відновлення експлуатаційних властивостей кладки: посилення перемичок, перекладання кладки, влаштування металевих поясів і тяжів на рівні перекриттів 1-го і 2-го поверхів; 2-й етап – 1-ша черга цементації основи фундаментів; 3-й етап – влаштування роздільної стінки; 4-й етап – 2-га черга цементації основи фундаментів.

Цементація основи виконується для зменшення об'єму виносу піщаних частинок при влаштуванні паль роздільної стінки шляхом влаштування ін'єкційних свердловин на глибину стисненої зони.

Порядок влаштування ін'єкційних свердловин СІ для цементації основи: буріння свердловини під кутом 6 град. до проектної відмітки діаметром 180 мм, заповнення палі цементним розчином із водоцементним співвідношенням В/Ц 0,4 – 0,5 на цементі М 500, встановлення манжетної колони, ін'єктування основи через кожну манжету по три рази

цементним розчином із водоцементним співвідношенням В/Ц 0,4 – 0,5 на цементі М 500, об'єм кожної ін'єкції – 30 л через кожну манжету (див. рис. 3).

Манжетна колона – це пластикова труба Ø32 мм, у якій виконані отвори з певним кроком. Ці отвори закриваються манжетами з гумової труби. На рівні отворів у манжетній колоні встановлюється нагнітальна труба; виконується її фіксація та ін'єктування цементного розчину. Нагнітання цементного розчину в ґрунт повинне виконуватися безупинно до одержання «відмови» у поглинанні розчину. За відмову приймається зниження поглинання цементного розчину до 5 – 10 л/хв.

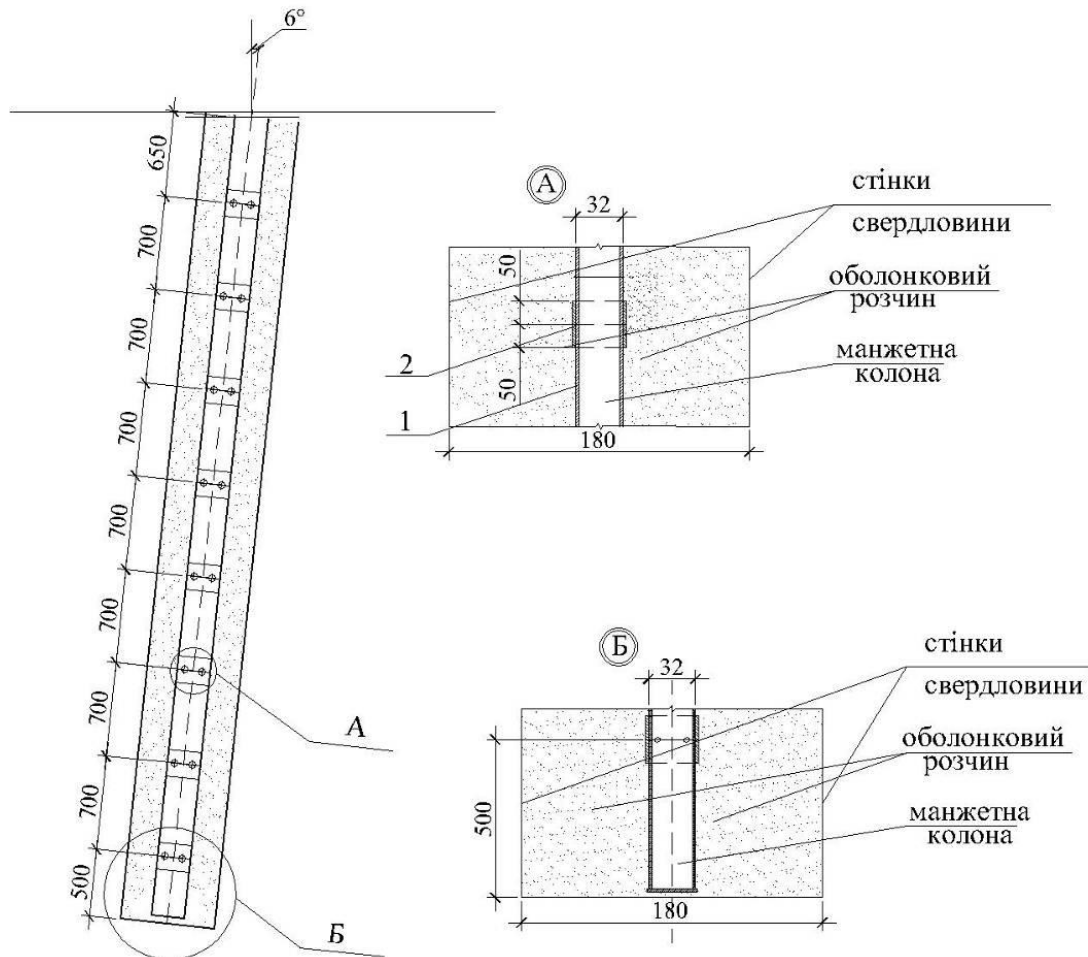


Рисунок 3 – Схема ін'єкційної свердловини

Роздільна стінка виготовляється з бурін'єкційних паль (БП) діаметром 220 мм, довжиною 22 м, що розміщуються впритул одна до одної. Вони влаштовуються з відмітки -1,700 і занурюються в ПЕ-6а – «київський мергель»: глина легка пілувата блакитна та зеленувато-сіра, напівтверда, з прошарками піску пілуватого до 10%, з включенням гравію та карбонатних стяжінь 10 – 15%. Армування паль здійснюється окремим стержнем чи прокатним профілем – двотавром (через одну). Прив'язку елементів посилення основи і роздільної стінки наведено на рис. 4.

Порядок улаштування БП довжиною 22 м: буріння свердловини до проектної відмітки 103,0 м діаметром 220 мм; заповнення палі цементним розчином із водоцементним співвідношенням В/Ц 0,4 – 0,5 на цементі М 500; встановлення армування палі – двотавра (стержня). Полички двотавра повинні бути розміщені паралельно, а стінка відповідно перпендикулярно напрямку торцевої стіни існуючої будівлі. Унаслідок улаштування роздільної стінки відбувається розділення водонасиченої основи існуючої будівлі та новобудови. Це дозволяє значно зменшити ймовірність аварійного виносу піщаних частинок з-під подошви фундаменту існуючої будівлі й отримання нею аварійних деформацій.

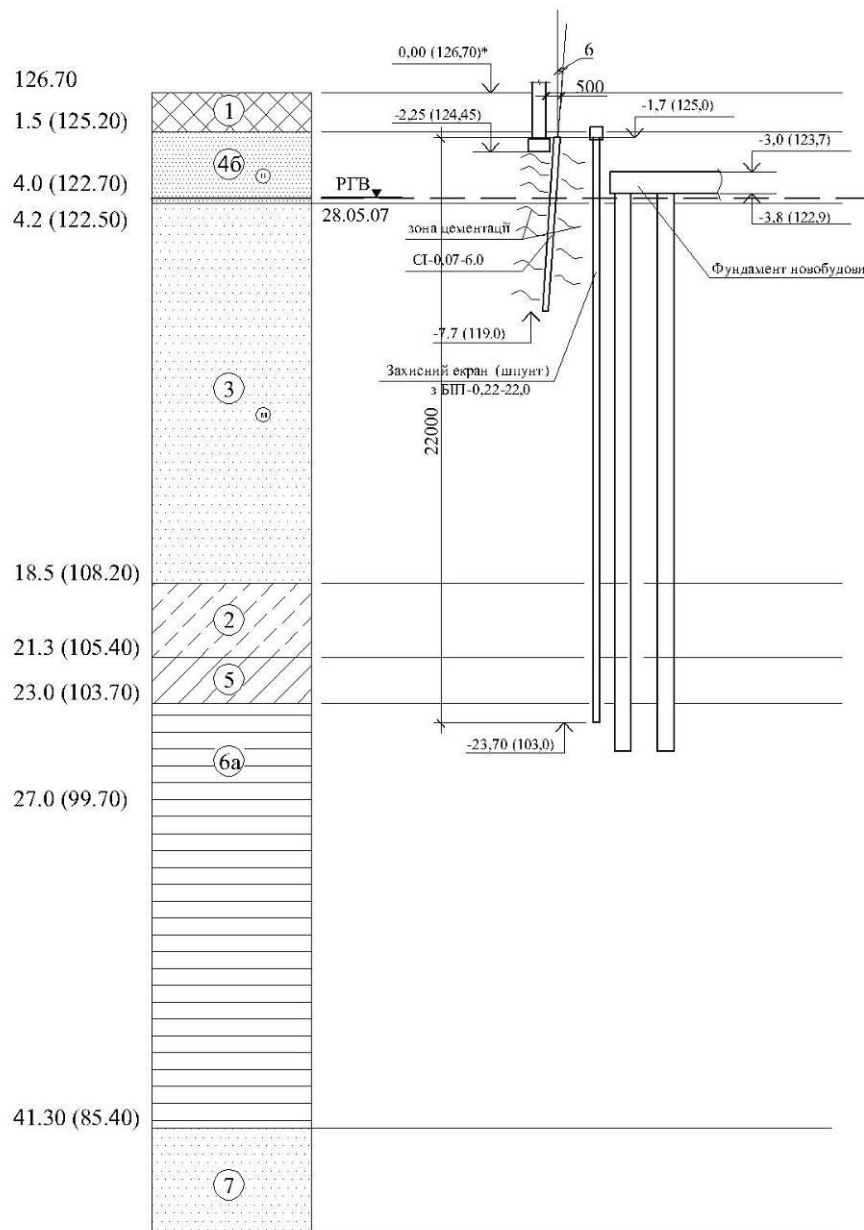


Рисунок 4 – Прив'язка елементів посилення основи і роздільної стінки

На період будівництва забезпечується контроль технічного стану існуючої триповерхової будівлі – влаштовуються спостереження за деформаціями будівлі та зміною ширини розкриття характерних тріщин.

Висновки. На основі аналізу конструктивних рішень, накопиченого досвіду виконання робіт у подібних інженерно-геологічних умовах і проведення інженерних розрахунків установлені ефективні технічні рішення з мінімізації негативного впливу зведення багатоповерхового комплексу на розташовану поруч будівлю, що знаходиться в передаварійному стані.

Література

1. ДБН В.1.2-12-2008. Будівництво в умовах ущільненої забудови. Вимоги безпеки. – К.: Мінрегіонбуд, 2008. – 43 с.
2. ВСН 490-87. Проектирование и устройство свайных фундаментов и шпунтовых ограждений в условиях реконструкции промышленных предприятий и городской застройки. – М.: Минмонтажспецстрой СССР, 1988. – 35 с.
3. Бойко, І.П. Дослідження взаємодії багатоповерхових будівель як елементів системи «основа – фундамент – надземні конструкції» при статичних та динамічних

навантаженнях / І.П. Бойко, В.О. Сахаров // Будівельні конструкції: міжвід. наук.-техн. зб. наукових праць (будівництво) – К.: НДІБК, 2008. – Вип. 71. – С. 69 – 75.

4. Титаренко, В.А. Визначення ефективності параметрів шпунтової стінки при реконструкції в умовах щільної забудови / В.А. Титаренко // Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво). – Полтава: ПолтНТУ, 2010 – Вип. 3 (28) – С. 259 – 265.

5. Ильичев, В.А. Прогноз деформаций зданий вблизи котлованов в условиях тесной городской застройки Москвы [Текст] / В.А. Ильичев, П.А. Коновалов, Н.С. Никифорова // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 2004. – № 4. – С. 17–21.

6. *Geotechnical aspects of underground construction in soft ground». Session 1. – Amsterdam, the Netherlands, 15 – 17 June 2005. – P. 57 – 61.*

7. Мангушев, Р.А. Геотехника Санкт-Петербурга: монография / Р.А. Мангушев, А.И. Осокин. – М.: Изд-во АСВ, 2010. – 264 с.

8. Улицкий, В.М. Геотехническое сопровождение развития городов / В.М. Улицкий, А.Г. Шашкин, К.Г. Шашкин. – СПб.: Стройиздат Северо-Запад; «Геореконструкция», 2010. – 552 с.

9. James, W. An Account of Deep Excavations using Steelworks in Hong Kong / W. James, L. Ho // Proc. of the 17th Internat. Conf. on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering. – Olexandria, 2009. – P. 2507 – 2515.

10. Михальский, Т. Применение технологии «jet grouting» с целью обеспечения устойчивости ограждений глубоких котлованов / Т. Михальский // Тр. междунар. конф. по геотехнике «Геотехнические проблемы мегаполисов». Т. 5. – М.: ПИ «Геореконструкция», 2010. – С. 1835 – 1842.

11. Зоценко, М.Л. Грунтоцементні основи та фундаменти / М.Л. Зоценко // Будівельні конструкції: міжвід. наук.-техн. зб. наукових праць (будівництво). – Вип. 75. – Кн. 1. – К.: ДП НДІБК, 2011. – С. 447 – 456.

12. Винников, Ю.Л. Методика и опыт расчета устойчивости бортов глубоких котлованов, закрепленных вертикальными грунтоцементными элементами / Ю.Л. Винников, М.А. Харченко // Фундаменты глубокого заложения и проблемы освоения подземного пространства: материалы Междунар. конф. (Пермь, 18 – 19 октября 2011 г.). – Пермь: Изд-во Пермского национального исследовательского политехнического университета, 2011. – С. 260 – 271.

Надійшла до редакції 12.12. 2011

© В.А. Титаренко

В.А. Титаренко, к.т.н., зав. лабораторії

ГП «Государственный научно-исследовательский институт строительных конструкций», г. Киев

УСТРОЙСТВО ШПУНТОВОЙ СТЕНКИ ОГРАЖДЕНИЯ КОТЛОВАНА В УСЛОВИЯХ АВАРИЙНОГО СОСТОЯНИЯ ПРИЛЕГАЮЩЕЙ ЗАСТРОЙКИ

Для условий конкретной строительной площадки приведены особенности устройства шпунтовой стенки ограждения котлована в условиях плотной застройки и аварийного состояния окружающей застройки.

Ключевые слова: шпунтовая стенка, основание, взаимное влияние.

V.A. Tytarenko, Ph.D., Head of the Laboratory

The State Research Institute of Building Constructions (NIISK), Kyiv

PIT ENCLOSE SHEET PILING WALL ARRANGEMENT IN CONDITIONS OF EMERGENCY STATE OF CLOSE DEVELOPMENT

Peculiarities of pit enclose sheet piling wall arrangement for conditions of real construction site in conditions of compact planning and emergency state of close development are described in paper.

Key words: sheet piling wall, foundation, mutual influence.