

4. ДСТУ Б В.2.6-101:2010 Конструкції будинків і споруд. Метод визначення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій. – К.: Мінбудархітектури України, 2010. – 43с.

5. Фаренюк Г. Г. Класифікація систем утеплення за експлуатаційними та конструктивними ознаками та порівняльний аналіз їх теплотехнічних властивостей / Г. Г. Фаренюк // Будівельні матеріали, виробі та санітарна техніка. – К., 2008, №1(28). – С. 45-53.

6. Фаренюк Г. Г. Методичні принципи визначення оптимального рівня теплоізоляції огорожувальних конструкцій будинків / Г. Г. Фаренюк // Будівництво України. – К., 2008, №5. – С. 20-24.

7. Фаренюк Г. Г. Класифікація та структура теплових відмов ізоляційної оболонки житлових та громадських будинків / Г. Г. Фаренюк // Будівництво України. – К., 2008, №10. – С. 32-34.

8. Чернявський В. В. Енергозбереження при термомодернізації житлового фонду України / В. В. Чернявський, О. Б. Борисенко // Містобудування та територіальне планування: Наук.-техн. збірник. – К., КНУБА, 2011. – Вип. 40. – С. 521-532.

9. Чернявський В. В. Кліматичні фактори впливу на теплоізоляційні фасадні системи з тонким штукатурним шаром / В. В. Чернявський, О. Б. Борисенко // Містобудування та територіальне планування. – Вип. 37. – Київ: КНУБА, 2010. – С. 559-564.

10. Чернявський В. В. Деструктивні фактори впливу на фасадну теплоізоляцію з штукатурним шаром / В. В. Чернявський, О. Б. Борисенко // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. – Вип. 21. – Рівне, 2011. – С. 552-561.

Отримано 15.11.2012

УДК 624.15

І.Д.ПАВЛОВ, д-р техн. наук, Р.В.САМЧЕНКО, канд. техн. наук,
А.І.ЮХИМЕНКО

Запорізька державна інженерна академія

ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ ПІДСИЛЕННЯ ОСНОВИ ФУНДАМЕНТІВ ПРИ НАДБУДОВІ ПОВЕРХУ В ПРОЦЕСІ РЕКОНСТРУКЦІЇ БУДІВЛІ ГОТЕЛЮ "ДНІПРО" В м. ЗАПОРІЖЖЯ

Розглянуті питання підсилення основи фундаментів будівлі готелю "Дніпро" при реконструкції з надбудовою поверху у м. Запоріжжя. Підсилення основи виконано шляхом армування ґрунтів горизонтальними ґрунтоцементними елементами за бурозмішувальною технологією.

Рассмотрены вопросы усиления основания фундаментов здания гостиницы "Днепр" при реконструкции с надстройкой этажа в г. Запорожье. Усиление основания выполнено путем армирования ґрунтов горизонтальными ґрунтоцементными элементами по буросмешивальной технологии.

The questions of foundation base reinforcement of building of Dnepr hotel are considered at reconstruction with floor superstructure in Zaporozhye. Base reinforcement is executed by means of soil reinforcement by horizontal soil-cement elements on boring mixing technology.

Ключові слова: реконструкція, надбудова поверху, деформація, основа, фундаменти, бурозмішувальна технологія, армування ґрунту.

Будівля готелю – п'ятиповерхова з розмірами в плані 80,0x14,6 м, зведена в 1961 р. У вісях 1-5 будівля без підвалу, а у вісях 5-16 є підвал,

відмітка полу якого -3,300. Висота першого поверху 3,9 м, інших – по 3,0 м. По вісі 5 по фундаментам передбачені осадочні шви на стику без-підвальної частини із підвальною. В надземній частині деформаційні шви відсутні.

Власник готелю "Дніпро" планує виконати реконструкцію будівлі з надбудовою шостого поверху.

Основою фундаментів будівлі є природні лесові суглинки різної консистенції. Лесові суглинки, що залягають вище покрівлі водонасичених ґрунтів, яка розташована на 0,5 м вище рівня підземної води, при замочуванні володіють просадочними властивостями. Величина просадки ґрунтів під фундаментами будівлі різна. Це пов'язано з різними відмітками закладання фундаментів і різницею у рівні підземної води у "пятні" будівлі. Потужність просадочної товщі під фундаментами, розташованими вище рівня підземної води, змінюється від 0,5 до 2,1 м. Просадка ґрунтів основи фундаментів, розташованих вище рівня ґрунтової води змінюється від 2,38 см до 9,29 см. Більшими потенційними деформаціями володіє основа під частиною будівлі без підвалу. В процесі експлуатації максимальна осадка цієї частини будівлі вже досягла до 290 мм. Нерівномірні осідання фундаментів спричинили деформації у вигляді тріщин у стінах із шириною розкриття до 12 мм.

Будівля зведена на стрічкових монолітних залізобетонних фундаментах із різними параметрами і глибиною закладання. Ширина фундаменту стрічки під несучими стінами складає 1,6...3,06 м, а під самонесучими стінами – 0,75...1,10 м. Загальний перепад відміток закладання фундаментів стін будівлі розкритих шурфами, становить 1,65 м.

На підставі обстеження та розрахунків встановлено [1], що ґрунти основи фундаментів здатні сприйняти навантаження від будівлі після надбудови шостого поверху. Середній тиск під подошвою фундаментів менше розрахункового опору ґрунтів основи, тобто необхідна умова $P \leq R$ виконується. Однак із урахуванням вказаної вище різниці просадок ґрунтів основи по довжині будівлі, з метою зменшення потенційних осідань фундаментів після реконструкції зі збільшенням поверхів необхідно покращити будівельні властивості ґрунтів, тим більше, що будівля піддалася деформаціям.

В останні роки капітальне будівництво значно скоротилось, натомість збільшився об'єм реконструкцій об'єктів. Цілі та завдання, які ставляться при реконструкції різні, але практично в більшості випадків вони пов'язані зі збільшенням навантажень на основи, наприклад, при надбудові поверхів, заміні дерев'яних перекриттів та покрить на залізобетонні, установкою додаткового обладнання та ін. Так чи інакше виникають питання, пов'язані із компенсацією несучої здатності від додатко-

вих навантажень на основи. Друга проблема при реконструкції пов'язана з тим, що в більшості випадків роботи виконуються в стиснених умовах. Третя проблема – не погіршити навколишнє середовище, наприклад, максимально зберегти зелені насадження. Виникає також проблема непошкодження близько розташованих існуючих будівель, споруд, комунікацій та ін. Все це призводить до питання використання сучасної будівельної техніки і технологій будівництва, які в більшості зорієнтовані на великі обсяги робіт, високу продуктивність та ін., тому вони є крупногабаритними, достатньо великої ваги і т.д. Тобто їхнє використання в стиснених умовах, наприклад, в середині приміщень, у т.ч. в підвалах є проблематичним. Часто виникає питання проведення реконструкції в умовах діючого виробництва, без припинення експлуатації або без відселення мешканців із житлових будинків. При цьому існує також проблема підведення укріплюючих елементів ґрунту основи під фундаменти в процесі їх підсилення. Звідси витікають завдання перед науковцями, дослідниками, проектувальниками та конструкторами – розробка техніки та технологій, придатних з однієї сторони для роботи в стиснених умовах, з другої – забезпечення достатньої продуктивності, якості та надійності.

Відомий спосіб реконструкції, в якому підсилення основ виконують шляхом силікатизації ґрунтів основи, що полягає в наступному [2]. В товщу ґрунту основи занурюють шляхом забивання або опусканням ін'єкторів в пробурену свердловину з подальшою герметизацією частини свердловини вище зони перфорації і в герметизовану порожнину нагнітають розчин силікату натрія, який під тиском фільтрується по порах ґрунту, силікат натрію вступає із солями ґрунту в хімічну реакцію з подальшим твердінням і зміцненням ґрунту. За рахунок цього основа фундаменту підсилюється, підвищується її несуча здатність і виникає можливість надбудови поверхів або інших заходів реконструкції, які пов'язані із підвищенням навантаження на основу фундаменту. Такий спосіб підсилення основ ефективний при капітальному будівництві, де забивання ін'єкторів або опускання їх в пробурені свердловини можливо у вертикальному напрямку з подальшим укріпленням ґрунтів, але при реконструкції існуючих будівель із застосуванням силікатизації виникають суттєві труднощі, пов'язані із занурюванням ін'єкторів під подошви фундаментів. Це можливо в кращому випадку під кутом до зовнішніх обрізів фундаментів, а у випадку плитних існуючих фундаментів цей спосіб закріплення ґрунтів силікатизацією практично застосовувати неможливо.

Відомий спосіб реконструкцій [3], де підсилення основи під фундаментами виконують в горизонтальному напрямку слідуючим чином.

За межами будівлі відкопують котлован і під фундаментами в горизонтальному напрямку пневмопробійником пробивають свердловину, потім в порожнину цієї свердловини цим же пневмопробійником набивають жорсткі матеріали (шлак, щебень, пісний бетон та ін.) або забивають жорсткий конструктивний елемент, за рахунок чого в горизонтальному напрямку утворюються армуючі елементи, які підсилюють шар ґрунту під фундаментами і тим самим збільшується несуча здатність основи. Відомий спосіб можливо використовувати при реконструкції житлових будинків чи при підсиленні основ деформованих будівель без відселення мешканців або промислових будівель без припинення виробництва, адже котлован, з якого виконують армування ґрунту основи, можливо відкопувати за межами будівлі. Але цей спосіб має недоліки, які полягають в наступному. При пробиванні горизонтальної свердловини під фундаментами на значну відстань (по довжині чи ширині будівлі) з різних причин пневмопробійник може відхилитися від прямолінійності. Наприклад, при різній щільності або вологості ґрунтів на шляху пробивки свердловини пневмопробійник відхиляється в напрямку найменшого опору, а це призводить до наступного: при викривленні свердловини виникають проблеми із поверненням пневмопробійників на поверхню – вони загублюються, окрім того, у викривленій свердловині значно ускладнюється занурювання конструктивних елементів чи набивання жорстких матеріалів, відхилення від прямолінійності призводить до перетинання свердловин з подальшими проблемами армування.

Ціллю статті є розробка ефективного способу підсилення основ фундаментів будівель при реконструкції без зупинки функціонування будівель та припинення виробництва і без відселення мешканців.

Підсилення ґрунтів основ під фундаментами реконструюємих будівель, у т.ч. готелю "Дніпро" запропоновано виконувати шляхом горизонтального армування ґрунтів ґрунтоцементними елементами високої міцності та жорсткості по бурозмішувальній технології [4] в шарі ґрунту безпосередньо під фундаментами. Армування ґрунтів основи у більшості випадків необхідно виконувати в декілька рядів (ярусів) горизонтальних ГЦЕ по висоті. Для цього потрібно відкопати котлован в безпосередній близькості від будівлі на необхідну глибину. При цьому виникає проблема забезпечення стійкості укосів котловану та фундаментів будівлі, які вирішуються нами слідуючим чином.

Перед відкопуванням котловану (рис. 1а) для захисту від зсуву фундаментів 1' і забезпечення стійкості укосів майбутнього котловану 2 по його контуру виконують укріплення ґрунту армуючими елементами 3 та влаштовують підпірну стінку із вертикальних армуючих елементів 4. Вертикальні армуючі елементи підпірної стінки утворюють наступним

чином. Малогабаритним станком вертикального буріння 5, який нами розроблений та виготовлений на рівні винаходу [5], руйнують за допомогою бурової штанги 6 і бурозмішувача 7 структуру ґрунту без виносу на поверхню і одночасно в зруйновану зону через вертлюг 8, яким наділений буровий станок, по гнучкому рукаву подають розчинонасосом 9 водоцементний розчин, утворений в розчиномішалці 10, який ретельно переміщується бурозмішувачем із зруйнованим ґрунтом. Внаслідок цього при відповідному водоцементному відношенні (В/Ц) утворюється ґрунтоцементна суміш текучопластичної консистенції 11 у вертикальному напрямку, яка у часі тужавіє та твердіє і перетворюється в міцний та жорсткий армуючий елемент. Якщо виникає необхідність значно збільшити жорсткість ГЦЕ, то після утворення ґрунтоцементної суміші порожнисту бурову штангу і бурозмішувач витягають і станком вертикального буріння (можливо з додатковою дією вібрації) занурюють жорсткий конструктивний елемент 12 із направляючим стержнем 13 для направлення і центровки у вертикальному напрямку. Порожнина жорсткого конструктивного елемента, наприклад труба з відкритим торцем, в процесі занурювання заповнюється текучопластичною ґрунтоцементною сумішшю 11. Внаслідок тужавлення і твердіння ґрунтоцементна суміш перетворюється в ґрунтобетон високої міцності, який не розмокає у воді, а підсилений конструктивним елементом 12 утворює жорсткий та міцний армуючий елемент 4, який добре працює на згин і слугує надійним елементом підпірної стінки. Елементи підпірної стінки 4, влаштовують із розрахунковим кроком, між якими утворюються проміжки.

Після укріплення майбутніх укосів котловану і влаштування підпірної стінки фундаментів відкопують котлован 2 (рис. 2) і за допомогою малогабаритного бурового станка горизонтального буріння 3, який також розроблений та виготовлений на рівні винаходу [6], в проміжках між вертикальними армуючими елементами підпірної стінки 4 влаштовують горизонтальні армуючі елементи слідуєчим чином. Аналогічно технології вертикального армування за допомогою горизонтального бурового станка утворюють ґрунтоцементну суміш текучопластичної консистенції 5 в горизонтальному напрямку і в її середовище занурюють посекційно конструктивний міцний та жорсткий елемент, наприклад металеву трубу 6 при необхідності, якщо показує розрахунок на несучу здатність основи, з відкритим торцем із направляючим стержнем, порожнина труби заповнюється текучопластичною сумішшю, яка після тужавлення та твердіння перетворюється в ґрунтобетон. Ґрунтобетон сумісно із жорстким конструктивним елементом утворюють горизонтальний армуючий елемент 7 високої міцності, жорсткості та добре працює на згин.

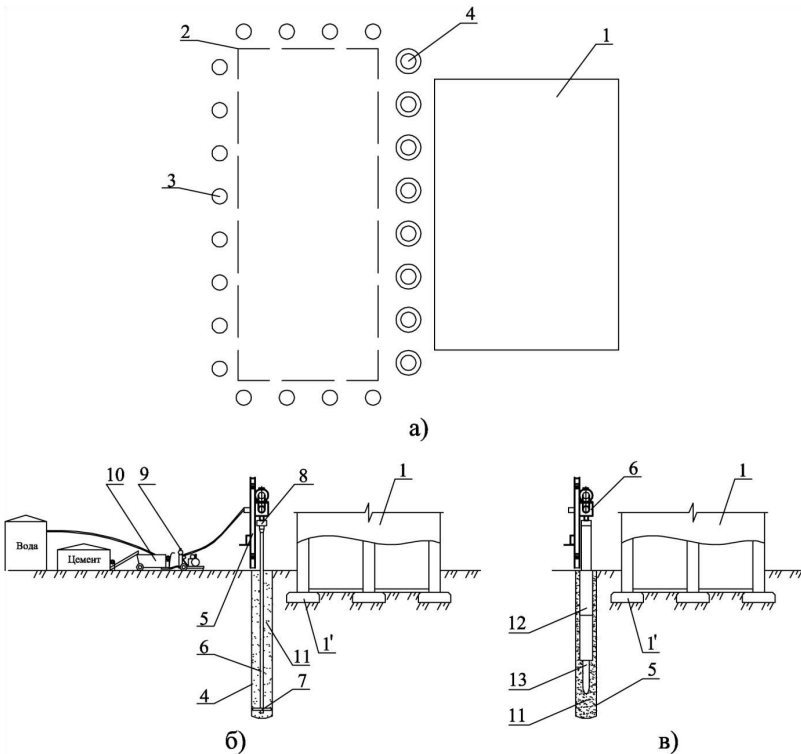


Рис. 1 – Технологічна схема укріплення укосів котловану і влаштування тимчасової підпірної стінки фундаментів будівлі:

а – плани майбутнього котловану і будівлі; б, в – технологічні схеми утворення армуючих елементів, укріплення укосів котловану та підпірної стінки фундаментів; 1 – план будівлі, 1' – фундаменти будівлі, 2 – контур майбутнього котловану, 3 – армуючий елемент укріплення укосів, 4 – елементи підпірної стінки фундаментів, 5 – малогабаритний вертикальний буровий станок, 6 – бурова штанга, 7 – бурозмішувач, 8 – вертлюг, 9 – розчинонасос, 10 – розчиномішалка, 11 – ґрунтоцементна суміш у текучепластичному стані, 12 – конструктивний підсилюючий елемент, 13 – направляюча

Підсилення основи можливо виконувати в декілька ярусів (декілька рядів по висоті). При цьому утворення горизонтальних рядів може відбуватися в напрямках як зверху вниз, так й навпаки – знизу вгору.

У першому випадку після влаштування верхнього ряду армоелементів почергово заглиблюють котлован, на спланованому дні, установлюють станок горизонтального буріння і влаштовують наступні нижні ряди. У другому випадку котлован відкопують на потрібну глибину для влаштування запроєктованих рядів, адже вертикальні армоелементи (пі-

дпірна стінка) захищають фундаменти від зсуву і забезпечують стійкість укосу котловану. Спочатку виконують нижній ряд армоелементів, потім почергово підсилюють котлован з ущільненням ґрунту і виконують армоелементи вищерозташованих рядів.

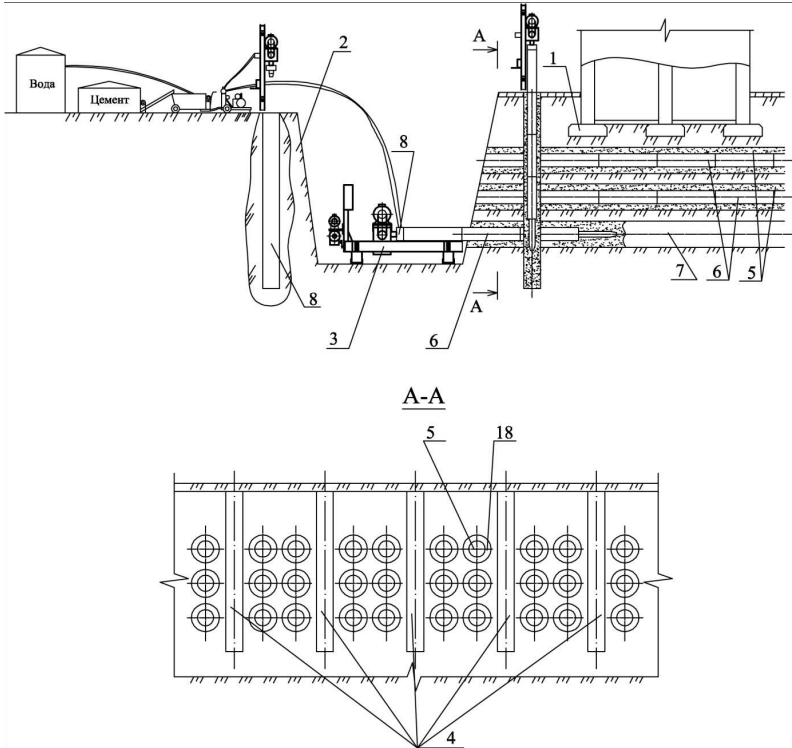


Рис. 2 – Технологічна схема підсилення ґрунтів основи армуванням горизонтальними ГЦЕ по бурозмішувальній технології:

- 1 – фундаменти будівлі, 2 – котлован, 3 – горизонтальний буровий станок, 4 – підпірна стінка фундаментів із вертикальних ГЦЕ, 5 – текучепластична ґрунтоцементна суміш, 6 – жорсткий конструктивний елемент, 7 – горизонтальний армуючий елемент, 8 – вертикальний елемент укріплення укосів котловану

При розробці проекту підсилення основи фундаментів будівлі готелю "Дніпро" розрахунками встановлено, що при міцності ґрунтоцементу $R_n=2,5$ МПа і модулю деформації $E=90$ МПа для забезпечення несучої здатності та стійкості основи фундаментів на участку безпідвальної частини будівлі в вісях 1...5 необхідно влаштувати 105 горизонтальних ґрунтоцементних елементів довжиною по 20 м, діаметром 300...350 мм.

Всі армуючі ГЦЕ необхідно виконати в 3 яруси із кроком 0,6м між ГЦЕ, відстань між ярусами становить 0,5 м.

Розрахунками також встановлено, що підсилювати ГЦЕ жорсткими конструктивними елементами немає необхідності.

Армування ґрунтів основи було виконано двома станками горизонтального буріння в травні-червні 2012 р. На даний час виконуються інші заходи реконструкції.

Висновки.

1. Ґрунтоцемент, який виготовлений за бурозмішувальною технологією (БЗТ) не розмокає у воді, володіє високими міцністю ($R_n=15...40$ МПа) та жорсткістю ($E=80...200$ МПа) при співвідношенні цемент-ґрунт 10%...30% / 90%...70%.

2. Горизонтальне армування ґрунтів ГЦЕ – високоефективний спосіб підсилення основ, що забезпечується по-перше, достатньо високою економічністю за рахунок порівняно низькою вартістю, матеріалоемністю, машиноємністю, адже для виготовлення ґрунтоцементу використовують 70%...80% того ж ґрунту, що укріплюється і тільки 30%...20% цементу і немає необхідності в суттєвих перевозках матеріалів.

3. Розроблені та виготовлені малогабаритні бурові станки горизонтального та вертикального буріння конструктивно прості, незначної ваги (150...250 кг залежно від оснащення), дозволяють виконувати весь комплекс робіт по укріпленню ґрунтів при підсиленні основ як при реконструкції, так і при захисті будівель від деформацій при цьому забезпечують можливість виконання робіт в стиснених умовах у т.ч. в підвальних приміщеннях.

4. Підсилення основ горизонтальним армуванням ґрунтів ГЦЕ за бурозмішувальною технологією забезпечує можливість реконструкції будівель без переривів функціонування будівель.

1. Научно-технический отчет "Исследование инженерно-геологических условий площадки застройки и обследования здания ОАО "Отель Днепр" г. Запорожья с выдачей рекомендаций по его дальнейшей эксплуатации". ЗО НИИСК, г. Запорожье, 2000.

2. Губкин В.А., Соловьев Н.Б., Голиков В.Г. Усиление оснований фундаментов при реконструкции зданий и сооружений // Механіка ґрунтів та фундаментобудування. Збірник наукових праць 4-ої наук.-техн. конф. – К. НДІБК, 2000. – Вип. 53, кн. 2. – С. 84-85.

3. Яновський Л.В. Разработка метода закрепления оснований ленточных фундаментов при реконструкции. Автореф. дисс.... канд. техн. наук. – Пермь, 1991. – 16 с.

4. Патент №73103 Україна. Спосіб горизонтального армування ґрунтів. Самченко Р.В., Шокарев В.С., Павлов І.Д., Юхименко А.І., Степура І.В. Бюл. №17, 2012 г.

5. Патент №73991 Україна. Буровий верстат. Самченко Р.В., Степура І.В., Шокарев В.С., Юхименко А.І. і др. Бюл. №19, 2012 г.

6. Патент №73030 Україна. Установка для горизонтальної проходки в ґрунтах. Самченко Р.В., Павлов І.Д., Степура І.В., Юхименко А.І. Бюл. №17, 2012 г.