

## ДОСВІД СТАБІЛІЗАЦІЇ ДЕФОРМАЦІЙ БУДІВЛІ ГОРИЗОНТАЛЬНИМ АРМУВАННЯМ ҐРУНТУ ОСНОВИ

Гречко В.Ф., Гречко О.В., Волков Д.А.  
Запорізьке відділення ДП НДІБК  
м. Запоріжжя Україна

Зоценко М.Л., Винников Ю.Л.  
Полтавський національно-технічний університет  
м. Полтава, Україна

Юхименко А.І.  
Запорізька державна інженерна академія,  
м. Запоріжжя, Україна

**АНОТАЦІЯ:** На основі розробок, досліджень та експериментальної перевірки технології горизонтального армування слабких ґрунтів при підсиленні основ деформованих будівель наведено приклад по ефективному застосуванню вказаної технології по стабілізації деформацій пошкодженої будівлі школи в Полтавському регіоні без припинення її експлуатації.

**АННОТАЦИЯ:** На основании разработок, исследований и экспериментальной проверки технологии горизонтального армирования слабых грунтов при усилении оснований деформированных зданий приведен пример по эффективному использованию указанной технологии по стабилизации деформаций поврежденного здания школы в Полтавском регионе без остановки его эксплуатации.

**ABSTRACT:** Example of effective usage of technology for stabilization of damaged school building in Poltava region (without stoppage of its operation) is described in paper on base of the development, research and experimental control of technology for horizontal reinforcing of the weak soils when strengthening of the deformed buildings bases.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** пошкодження, стабілізація деформацій, армування ґрунтів.

## ВСТУП

Деформації будівель, споруд на територіях зі складними інженерно-геологічними умовами є логічним явищем, адже при несприятливих умовах структурно-нестійкі ґрунти деградують, визиваючи нерівномірні осідання фундаментів і, як наслідок, пошкодження будівель в різних проявах – вигинах, прогинах, кренах та ін., які в свою чергу провокують виникнення місцевих деформацій у вигляді тріщиноутворення, зсуву конструкцій із опорних поверхонь і т. п. При прояві перших ознак пошкодження будівель необхідно терміново виявляти причину, знаходити ефективні технології відновлення деформованих будинків, споруд і невідкладно впроваджувати їх в дію для попередження негативних наслідків [1], які можуть призводити до суттєвих деформацій конструкцій.

Аналіз науково-технічних джерел та наша практика дослідження причин виникнення деформованого стану будівель показують, що найбільш поширеною причиною пошкодження будівель є нерівномірне зменшення несучої здатності основ фундаментів через погіршення властивостей ґрунтів. Тому при захисті пошкоджених будівель від подальших деформацій необхідно визначитись із методикою стабілізації нерівномірних осідань фундаментів. При вирішенні цього питання в першу чергу необхідно запобігти можливим раптовим руйнуванням конструкцій, на другому етапі – застосувати ефективний спосіб або комплекс технологій по стабілізації деформацій. Це питання можливо вирішити двома шляхами. Перший – підвищити несучу здатність основи укріпленням ґрунтів основи, другий – понизити навантаження на основу. Існує достатня кількість технологій по укріпленню ґрунтів основ фундаментів існуючих будівель, наприклад, силкатизація [2], армування ґрунтів [3], навіть ущільнення ґрунтів [4]. Зменшення навантаження на основу вирішують шляхом збільшення поверхні опирання подошви фундаментів різними конструктивними рішеннями [5]. Окрім того, для зменшення деформованого стану будівель інколи застосовують такі конструктивні рішення, як – бандажування металевими чи другими елементами, підпирання прогонів стін різними конструкціями у вигляді банкетів [6] та ін. Але міри по стабілізації деформацій будуть ефективними в тому разі, якщо вдасться встановити істинну причину деформацій і ліквідувати її, застосувавши ефективну технологію по її усуненню.

**Мета даної статті** - висвітлення практичного досвіду по стабілізації деформацій будівель горизонтальним армуванням ґрунту на прикладі відновлення експлуатаційної спроможності школи в селі Ряске Полтавського регіону.

## ОБСТЕЖЕННЯ БУДІВЛІ РЯСКІВСЬКОГО НАВЧАЛЬНО-ВИХОВНОГО КОМПЛЕКСУ

Будівлю Рясківського навчально-виховного комплексу побудовано на початку 70-х років минулого століття. Будівля двоповерхова (рис. 1), має складну форму в плані. Конструктивна схема будівлі безкаркасна з поздовжніми несучими стінами. Крок несучих стін 6,4 м. Будівля зведена без підвалу.



Рис. 1. Фрагмент будівлі школи

Фундамент стрічковий бутобетонний. Стіни цегляні, товщиною 380 мм внутрішні і 510 мм зовнішні. Перекриття збірні залізобетонні пустотні плити. Інженерно - геологічний розріз площадки [6] показано на рис. 2.

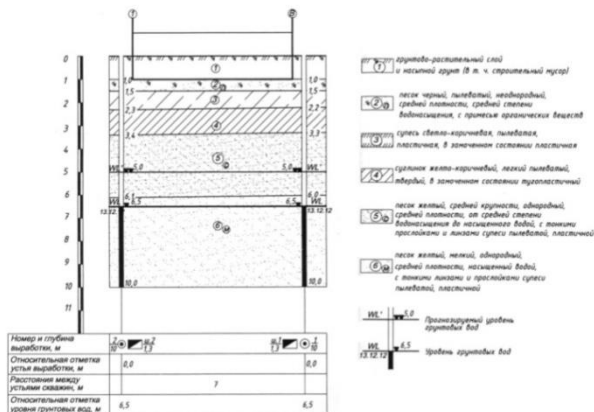


Рис. 2. Інженерно-геологічний розріз площадки

До глибини 10,0 м складений піщаними, супіщано-суглинистими ґрунтами. Зверху розріз перекритий насипними ґрунтами потужністю до 1...1,5 м. Підземні води залягають на глибині 6,5 м від денної поверхні.

Основою фундаментів будівлі є слабкі природні ґрунти без їх поліпшення: пілуватий пісок з включеннями органічних речовин (ПГЕ-2), супіски пластичної консистенції (ПГЕ-3) та суглинки пілуваті (ПГЕ-4).

Середній тиск під подошвою фундаментів ( $p$ ) перевищує розрахунковий опір ґрунтів основи ( $R$ ), тобто необхідна умова  $p < R$  не виконується.

В процесі експлуатації через нерівномірні замочування основи будівля зазнала деформацій. В стінах ділянки будівлі у вісях «1 ... 3» утворилися тріщини з величиною розкриття до 12 мм (рис. 3) [6].

В процесі обстеження будівлі встановлено: раніше виконані роботи по стабілізації деформації у складі підсилення стін підпиранням бетонобетонними банкетами, бандажуванням металевими тяжами та розширеннями фундаментів виявились не ефективними [7]. Деформації продовжувалися через те, що ґрунти основи залишалися слабкими, а їх замочування продовжувались, тобто не усунена основна причина деформацій будівлі.



Рис.3. Деформації будівлі

Спеціалістами ПНТУ ім. Ю. Кондратюка запропоновано стабілізацію нерівномірних деформацій будівлі досягти шляхом зміцнення будівельних властивостей слабких ґрунтів армуванням горизонтальними ґрунтоцементними елементами (ГЦЕ) підвищеної жорсткості під деформованою частиною будівлі у вісях «1 ... 3».

Ефект підсилення основи горизонтальним армуванням ґрунтів полягає в тому, що горизонтальні ГЦЕ сумісно із оточуючим ґрунтом утворюю-

ють армований масив, модуль деформації якого значно більший укріплюючих ґрунтів, він визначається як середньовиважене значення між ґрунтоцементом та оточуючим ґрунтом. Крім того, несуча здатність основи збільшується через зменшення тиску на підстилаючий шар ґрунту внаслідок збільшення площі підшви умовного фундаменту.

На основі аналізу інженерно-геологічного розрізу і ситуації деформованого стану будівлі слідує, що пошкодження конструкцій виникло через деградування від замочування під час експлуатації слабких шарів ґрунту ПГЕ – 2; 3; 4, покращення яких при будівництві не відбулося.

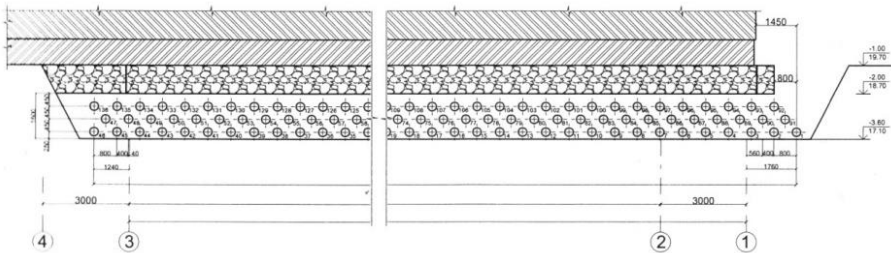


Рис. 4. Розташування рядів ґрунтоцементних армоелементів

Розрахунками визначено, що для забезпечення несучої здатності основи з метою стабілізації деформацій будівлі необхідно в основі фундаментів у вісях 1...3 відповідно деформованого стану утворити 3 ряди (яруси) по вертикалі ґрунтоцементні армуючі елементи (ГЦЕ). Для утворення 3 ярусів армоелементів необхідно відкопати котлован у вісях 1...3 впоперек ряду „В” на глибину нижче підшви фундаменту на 1,6 м (рис. 4) і влаштувати ряди ГЦЕ таким чином, щоб вони охопили указані шари слабких ґрунтів ПГЕ – 2; 3; 4. Технологія утворення ГЦЕ викладена в роботі [8].

Ряди ГЦЕ можна виконувати в напрямках як зверху униз, так і в зворотному напрямку. При першому варіанті практично потребується постійна присутність екскаватора на майданчику для почергового заглиблення котловану при утворенні нижче розташованих рядів ГЦЕ. Тому прийняте рішення відкопати котлован на всю глибину і після влаштування нижнього ряду його частково засипати ґрунтом, розташованим на поверхні при відкопуванні котловану, із шаровим ущільненням до  $\rho_d=1,6 \text{ г/см}^3$ , тобто „підняти” дно на 0,45 м згідно проекту, знову змонтувати обладнання і виконати вище розташовані ряди. Технологічна схема утворення рядів ГЦЕ показана на рис. 5.



який виконується на протязі всього процесу по укріпленню ґрунтів здійснюється вимірювально-інформаційною системою „Моніторинг” [9] із застосуванням високоточних датчиків вимірювання деформацій, встановлених на несучих стінах будівлі. Для виключення впливу часткового мокрого процесу ПОР передбачає відповідне чергування утворення ГЦЕ в рядах. Наприклад, спочатку влаштовують парні армоелементи в напрямку зліва-направо, а в зворотному напрямку – непарні номери армоелементів. Обидва застосовані методи контролю не зафіксували додаткові осідання фундаментів.

## ВИСНОВКИ

1. Необхідність стабілізації деформацій будівлі школи викликана суттєвим тріщиноутворенням в стінах та початковими процесами зміщення конструкцій із опорних поверхонь.

2. Підсилення основ горизонтальним армуванням ґрунтоцементними елементами слабких шарів ґрунту фундаментів діючих будівель є ефективним, економічним та надійним способом стабілізації деформацій.

3. Враховуючи, що бурозмішувальний спосіб армування ґрунтів фундаментів включає елемент мокрого процесу, при укріпленні ґрунтів деформованих будівель необхідно обов'язково супроводити геодезичним та автоматизованим методами моніторингу.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Галушко В.О. Шляхи підвищення надійності та довговічності житлових будинків: монографія / Галушко В.О. – Запоріжжя: Класичний приватний університет, 2008. – 226 с.
2. Губкін В.А. Усиление оснований и фундаментов при реконструкции зданий и сооружений / Губкін В.А., Соловьев Н.Б., Голиков В.Г. // Будівельні конструкції: зб. наук. праць. – К.: ДП НДІБК, 2008. – Вип. 53. - Кн.1. – С.89 – 94.
3. Безрук В.М. Устройство цементогрунтовых оснований с применением пластифицированного цемента / В.М. Безрук. – М.: Дориздат, 1952. – 49 с.
4. Ущільнення слабких ґрунтів основи в умовах реконструкції / [Корнієнко М.В., Голуб В.П, Павленко П.В., Ращенко А.М.] // Будівельні конструкції: зб. наук. праць. – К.: ДП НДІБК, 2001. – Вип. 55. – С. 63-68.
5. Коновалов П.А. Основания и фундаменты реконструируемых зданий / П.А. Коновалов. – М.: Стройиздат, 2000. – 317 с.
6. Звіт з технічного обстеження технічного стану несучих будівельних конструкцій, основ і фундаментів Рясківського навчально-виховального комплексу у с. Ряске Машівського району Полтавської області, шифр №18-12/12, ФОП “Експерт Будівельний”. - Полтава, 2012.

7. Робочий проєкт. Рясківський навчально-виховний комплекс у с.Ряське Маши́вського району Полтавської області "Армування ґрунтів основи у вісях «1-3» горизонтальними елементами підвищеної жорсткості", договір 0589/14, ПНТУ ім. Ю. Кондратюка. - Полтава, 2014.
8. Юхименко А.І. Горизонтальне армування ґрунтів – ефективний спосіб підсилення основ. Нові технології, обладнання, матеріали в будівництві і на транспорті / Юхименко А.І. // Матеріали міжнар. наук.-техн. конф. – Харків: УкрДАЗТ, 2014.
9. Пат. 75876 Україна, МПК G01N27/90, G01M19/00. Електромагнітна вимірювально-інформаційна система неруйнівного контролю параметрів напружено-деформованого стану конструкцій і споруд / Шокарев В.С., Чаплигін В.І., Мальцева Я.В. – заявл. 23.09.2002 р.; опубл. 15.06.06., Бюл. №6. – 2006. – 20 с.

## REFERENCES

1. Galuško V.O. Monografiâ. Šláhi pídvišennâ nadijnostì ta dovgo-vičnostì žitlovih budinkiv//Klasičnij privatnij unìversitet, m. Zaporì-žžâ, 2008 r., 226 p.
2. Gubkin V.A., Solovev N.B., Golikov V.G. Usilenie osnovanij i fundamentov pri rekonstrukcii zdanij i sooruzenij.// Budivelnì kons-trukcii: zb.nauk.prac. – K.: NDÌBK, 2008. – Vip. 53. Kn.1. – P.89 – 94.
3. Bezruk V.M. Ustrojstvo cementogruntovyh osnovanij s primene-niem plastificirovannogo cementa / V.M.Bezruk – M.: Dorizdat, 1952. – 49p.
4. Korničenko M.V., Golub V.P, Pavlenko P.V., Rašenko A.M., Ušil'-nennâ slabkìh ģruntiv osnovi v umovah rekonstrukcii. // Budivelnì kons-trukcii. Mižvid.nauk.-tehn.zb. – K.: NDÌBK, 2001. – Vip.55. – P.63-68.
5. Konovalov P.A. Osnovaniâ i fundamenti rekonstruiruemyh zda-nij / P.A. Konovalov. – M.: Strojizdat, 2000. – 317p.
6. Zvit z tehničnogo obstežennâ tehničnogo stanu nesučìh budivelnìh konstrukcij, osnov i fundamentiv Râskivskogo navčalno-vihovalnogo kompleksu u s.Râske Mašivskogo rajonu Poltavskoï oblasti, šifr #18-12/12, FOP "Ekspert Budivelnij", m. Poltava, 2012.
7. Robočij proekt. Râskivskij navčalno-vihovnij kompleks u s.Râske Mašivskogo rajonu Poltavskoï oblasti "Armuvannâ ģruntiv os-novi u višâh «1-3» gorizontalnimi elementami pídvišenoï žorstkosti", dogovir 0589/14, PNTU im. Ū.Kondratûka, m. Poltava, 2014.
8. Ūhimenko A.Ī. Gorizontalne armuvannâ ģruntiv – effektivnij sposib pidsilennâ osnov. Novì tehnologii, obladdannâ, materialì v budiv-nictvi i na transporti: materialì mižnarodn. nauk.-tehn. konf. – Harkiv: UkrDAZT, 2014.
9. Elektromagnitna vimirûvalno-informacijna sistema nerujnivno-go kontrolû parametriv napruženno-deformovanogo stanu konstrukcij i sporud: patent 75876 Ukraïna, MPK G01N27/90, G01M19/00/ Šokarev V.S., Čapligin V.Ī., Malceva Â.V. – Zaâva 23.09.2002 r.; Opubl. 15.06.2006 r. Bûl.#6. – 2006. – 20p.

Стаття надійшла до редакції 28.07.2016 р.