

Геотехнічний моніторинг лікарні м. Чернігова

Микола КОРЗАЧЕНКО¹, Максим БОЛОТОВ², Юрій ШЕРЕМЕТ³, Роман ЛУЖЕЦЬКИЙ⁴

^{1, 2, 4} Національний університет «Чернігівська політехніка»
95, вул. Шевченка, Чернігів, Україна, 14035,

³ КМП «Чернігівська обласна лікарня» ЧОР
25, вул. Волковича, Чернігів, Україна, 14000

¹korzachenko_87@stu.cn.ua, orcid.org/ 0000-0002-5674-8662

²m.bolotov@stu.cn.ua, orcid.org/0000-0002-0915-4132

³shyvklpz@ukr.net

⁴romaluzhetskyi@stu.cn.ua

DOI: 10.32347/0475-1132.49.2024.86-94

Анотація. Геотехнічний моніторинг – це система спостереження, збору та аналізу даних про стан ґрунтів, фундаментів та конструктивних елементів об'єктів [1]. Він є ключовим інструментом для забезпечення безпеки та контролю під час реконструкції споруд. Це особливо важливо при реконструкції старих будівель, де можливі несподівані реакції на зміну навантажень. Особливо важливо проводити моніторинг для аварійних об'єктів, де навіть незначні зміни можуть призвести до серйозних наслідків.

Геотехнічний моніторинг проведено на об'єкті лікарні в м. Чернігів. Будівля була введена в експлуатацію в 1982 р. З 1984 р. корпус почав деформуватись – відбулись розкриття температурних швів зі зміщенням поперечних стін, відрив поздовжньої стіни від поперечних, по інших блоках були виявлені незначні деформаційні тріщини. На початку 1990-х років було проведено роботи із підсилення конструкцій, але в повному обсязі вони не були виконані. В 2016 р. було виконано капітальний ремонт покрівлі та капітальний ремонт системи водовідведення від будівлі. Деформування будівлі не припинилися. В 2018 році ДП НДІБК було проведено дослідження та на основі рекомендацій ТОВ «Євротехніндустрія» було розроблено підсилення схової клітини. Проте в 2022 р. під час активних бойових дій в м. Чернігів лікарня була пошкоджена, були прямі влучання, обрушення конструкцій. Виникла потреба в обстеженні об'єкту та встановленні залишкового ресурсу та надійності конструкцій

Виконано обстеження корпусу лікарні, проведено геотехнічний моніторинг, зокрема



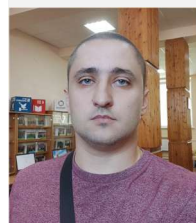
Микола КОРЗАЧЕНКО
доцент кафедри технологій зварювання і будівництва
к.т.н.



Максим БОЛОТОВ
доцент кафедри технологій зварювання і будівництва
к.т.н., доц.



Юрій ШЕРЕМЕТ
провідний інженер.



Роман ЛУЖЕЦЬКИЙ
магістр, гр. МБА-232.

інженерно-геодезичні спостереження, виконано перевірочні розрахунки основи фундаментів.

Ключові слова. Деформації, обстеження, вичищення, фундаменти.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

В 2022 році під час активних бойових дій в м. Чернігів лікарня була пошкоджена, були прямі влучання, обрушення конструкцій. Виникла потреба в обстеженні об'єкту та встановленні залишкового ресурсу та надійності конструкцій.

АНАЛІЗ ПОПЕРЕДНІХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Будівля лікарні введена в експлуатацію в грудні 1982 р. Блок (центральний) семи-поверхової частини будівлі лікарні почав деформуватись з 1984 року – відбулось розкриття температурних швів зі зміщенням поперечних стін (до 5-7см на 7-му поверсі), а також відрив несучої поздовжньої стіни від поперечних. По інших блоках виявлені деформаційні тріщини з незначним розкриттям. На початку 90-х років минулого століття було проведено роботи з посилення конструкцій будівлі.

В вересні 2014 року, перед початком розробки проекту на капітальний ремонт покрівлі, було проведено часткове технічне обстеження будівельних конструкцій. В результаті обстеження було виявлено часткове відхилення парапетів на зовнішню сторону. Відхилення досягало 60 мм. Було запропоновано усунути всі джерела потрапляння вологи на фундаменти та ґрунти основи: заміна та ретельна гідроізоляція всіх виходів інженерних комунікацій в підвалі будівлі, гідроізоляція тіла фундаменту з внутрішньої сторони, виконати ремонт системи водовідведення з покрівлі будівлі. Проте відновлювальні роботи не були проведені в повному обсязі.

В квітні 2016 року експертами ПП «Бюро послуг та консультацій» м. Лубни, були проведені роботи з технічного обстеження, на основі яких було надано рекомендацію терміново провести роботи з посилення відновлення несучої здатності будівельних конструкцій – сходових клітинок з четвертого по сьомий поверхи лікарні, провести інженерно-геологічне вишукування для уточнення даних рівня ґрунтових вод та отримання геологічного перерізу, провести капітальний

ремонт підвалу із заміною інженерного обладнання, яке прийшло в не придатність за час експлуатації, відновити ізоляцію підвального приміщення.

В 2016 році виконано: капітальний ремонт покрівлі, капітальний ремонт водовідведення, інженерно-геологічне вишукування для уточнення даних рівня ґрунтових вод та отримання геологічного перерізу.

Не зважаючи на проведення ряду заходів деформації не припинилися.

В 2018 році ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» були виконані роботи по обстеженню головного лікувального корпусу. Надано рекомендації щодо першочергові заходи по усуненню ділянок конструкцій, де можливе виникнення аварійної ситуації та виявленню можливих причин замокання ґрунтів основи фундаментів.

В 2019 році ТОВ «Євротехіндустрія» було розроблено підсилення сходової клітини шляхом улаштування розвантажувальних балок у просторі сходової клітини та улаштування металевих тяжів поміж поздовжніх несучих стін сходової клітини; посилення віконних прорізів сходової клітини шляхом улаштування металевих обрамлення; заміна світлопрозорих конструкцій зі склоблоків на металопластикові вікна сходової клітини; посилення місць опираючих на поздовжні стіни плит покриття на технічному поверсі прибудови.

Також Івано-Франківським національним технічним університетом нафти і газу в 2020 р. проведено інженерно-геодезичні роботи по спостереженню за деформаціями споруди.

МЕТА РОБОТИ

Метою роботи є на основі попередніх робіт та отриманих інструментальних обстежень встановити надійність конструктивних елементів та розробити рекомендації з відновлення несучої здатності споруди.

Виконано обстеження корпусу лікарні, проведено геотехнічні дослідження, інженерно-геодезичні вишукування, виконано перевірочні розрахунки основи фундаментів.

ОСНОВНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ

Будівля 7-ми поверхового блоку (рис. 1, поз. 3) безкаркасна, з несучими цегляними поперечними стінами. Розмір в осях 132,6x22,4 м. Поверховість – 7 поверхів, технічний поверх та підвал. Висота поверху 3,3 м. Фундаменти збірні залізобетонні з фундаментних блоків товщиною 0,6 м. Матеріал стін – цегла силікатна. Товщина стін 1-го поверху 640 мм., 2-7 поверхів – 510 мм. Перекриття збірне залізобетонне. Товщина плит перекрытия 220 мм. Сходові клітини збірні залізобетонні. Покриття суміщене. Покрівля виконана з рубероїду.

Прибудова до лікарні (рис. 1, поз.4) безкаркасна, з несучими цегляними повздовжніми та поперечними стінами. Розмір в осях 21,0x12,0 м. Поверховість – 3 поверхів, технічний поверх та підвал. Висота поверху 3,3 м. Фундаменти збірні залізобетонні з фундаментних блоків товщиною 0,6 м. Матеріал стін – цегла силікатна. Товщина стін 1-3-го поверхів 510 мм, технічного поверху – 380 мм. Перекриття збірне залізобетонне. Товщина плит перекрытия 220 мм. Сходові клітини збірні залізобетонні. Покриття суміщене. Покрівля виконана з рубероїду.



Рис.1. Корпус лікарні: 1 – дитяче відділення; 2 – харчоблок; 3 – основний блок, лікарня; 4 – прибудова, операційний блок.

Fig.1. Hospital building: 1 – children's department; 2 – food block; 3 – main block, hospital; 4 – annex, operating unit.

При обстеженні в 2022 році після активних військових дій в м. Чернігів були виявлені нові пошкодження (рис. 2, 3): замокання цегляної кладки технічного поверху через негерметичність системи водовідведення з покрівлі; спирання плит покриття на «висячі» залізобетонні балки; протікання атмосферних і талих вод в рівні верху фундаментної плити через відсутність вертикальної гідроізоляції; наявність слідів підтоплення підвалу унаслідок втрат із водо-несучих комунікацій та потрапляння атмосферних і талих вод через пошкодження чи відсутність вертикальної гідроізоляції, герметичності вводів інженерних мереж; наявність тріщин із шириною розкриття до 20 мм у стінах сходової клітини; тріщини у місці примикання конструкцій сходових маршів до стін; нахили площадки та маршу сходової клітини через відхилення від вертикалі зовнішньої стіни та нерівномірні деформації осідання; тріщини у місці примикання стін, та плит перекрытия до стін; сліди замокання плит перекрытия; горизонтальні тріщини у місцях спирання несучих балок на стіни з розкриттям до 20мм; наявність вертикальних тріщин між віконними прорізами сходової клітини (самонесуча частина стіни); вертикальні тріщини в місцях спирання перемички віконних прорізів; наявність вертикальних тріщин у зовнішній стіні в рівні технічного поверху; морозобійне руйнування цегляної кладки під віконними прорізами та парапету будівлі; руйнування цегляної кладки зовнішніх несучих стін та парапетних стін в результаті арт обстрілів; руйнування нижньої частини несучих стін під вікнами; руйнування пустотних плит перекрытия; обвал пустотних плит перекрытия; обвал ребристих плит перекрытия; пробоїни від арт обстрілів в покрівлі; тріщини в несучих стінах та простінках будівлі в результаті просідання на поверхах 1-7 з розкриттям; пошкодження покрівельного килиму покрівлі; повне руйнування вікон та дверей (внутрішніх та зовнішніх); руйнування вимощення по периметру будівлі; замокання стелі приміщень; повне руйнування оздоблення приміщень; осколкові вирви по фасадах будівлі; пошкодження систем опалення,

електропостачання, водопостачання та водовідведення.



Рис.2. Прямі влучання в дитяче відділення лікарні.

Fig.2. Direct hits in the children's department of the hospital.



Рис.3. Тріщина стіни сходової клітини.

Fig.3. A crack in the stairwell wall.

Під час обстеження було виявлено тріщини на маяках (встановлені в 2016 році), деякі з них були розірвані. Також було виявлено, що деякі з тяжів (влаштовані під час проведення реконструкції до 2022 років) були розірвані.

При контрольних визначеннях міцності цегли ультразвуковим методом встановлено, що міцність цегли на стиск знаходиться в межах 9,0-13,0 МПа, що відповідає марці М75-М100.

Для визначення значень поточних осідань контрольованих (деформаційних) марок [2, 3] Національним університетом «Чернігівська політехніка» виконано серію вимірів у листопаді 2023 року (рис. 4). Виміри

виконано точним нівеліром Н-3К, який призначений для нівелювання III, IV класів, а також для інженерно-геодезичних робіт і в будівництві.



Рис.4. Проведення інженерно-геодезичних вишукувань в 2023 р.

Fig.4. Conducting engineering and geodetic surveys in 2023.

Методи і вимоги до точності геодезичних вимірювань деформацій основ будівель (споруд) прийнято згідно з чинним ДБН В.1.3-2:2010 «Геодезичні роботи у будівництві» [4]. Схема вимірів включає нівелірний хід, що з'єднує деформаційні марки, встановлені у фундаменті будівлі головного корпусу з вихідними пунктами RP1 та RP3 (рис. 5). У якості вихідних пунктів послужили стінні репери RP1 та RP3, висоти яких були визначені у червні 2019 році під час 1 серії вимірів. Стінні репери RP3 та RP1 встановлені у фундаментах споруд.

Основні технічні характеристики та допуски для геометричного нівелювання прийнято відповідно для IV класу одним горизонтом, методом наведення згідно ДСТУ Б В.2.1-30:2014 «ґрунти. Методи вимірювання деформацій основ будинків і споруд» [5], а саме:

- застосовувалась пара двобічних шашкових рейок з різницею п'яток червоної сторони на 100 мм;
- довжина візирного променя не більше ніж 100,0 м;
- висота візирного променя над

перешкодою не менше ніж 0,3 м;

– нерівність плечей (відстань від нівеліру до рейок) на станції не більше ніж 3,0 м.

– прилад на станціях та нівелірні підкладини встановлювались тільки на твердий ґрунт або бетон.



Рис.5. Стінні репери, встановлені у фундаментах споруди.

Fig.5. Wall anchors installed in the foundations of the building.

Значення спостережень зрівнювались параметричним методом і виконувалась оцінка точності вимірів із використанням спеціально розробленого програмного комплексу, що базується на вирішенні оптимізаційної задачі нелінійного програмування.

Вимірювання промірів між марками для розкриття тріщин (рис. 6, 7) виконано точним електронним тахеометром Sokkia CX-105.

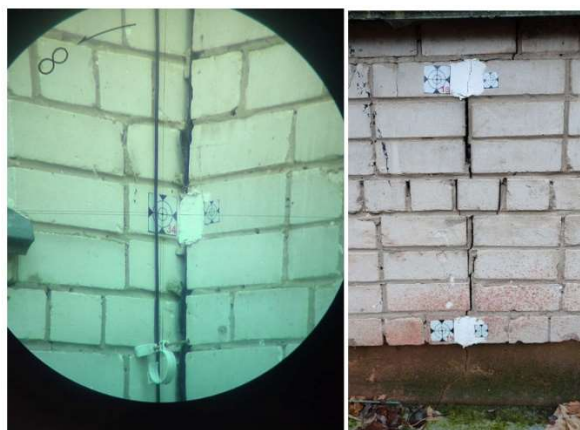


Рис.6. Проміри між марками для розкриття тріщин.

Fig.6. Measurements between marks for opening cracks.



Рис.7. Приклад результатів проміру між маркерами тріщин.

Fig.7. Example of measurement results between crack markers.

В результаті рекогностування були виявлені тріщини. Для забезпечення достовірного моніторингу за осіданнями будівель і споруд існує необхідність їхнього спостереження. У фундамент будівлі виявлені 21 деформаційна стінна марка. Виявлено, що з 2019 по 2023 рр. розкриття більшості тріщин призупинилося, або знаходиться в межах менше 3 мм. На окремих тріщинах відбулося змикання тріщин на величину до 30 мм. Лише в одній тріщині розходження складало 8 мм.

За результатами інженерно-геологічних вишукувань [6], встановлено наступне (рис. 8, 9):

1. За геоморфологічним районуванням України ділянка знаходиться в межах Чернігівсько-Городнянської моренно-зандрової рівнини на водорозділі річок Стрижень і Білоус.

2. На території вишукувань виявлено ґрунти з особливими властивостями:

- ґрунти ПГЕ-1 - насипний ґрунт який є неоднорідний;

- ґрунти ПГЕ-5-8– лесовидні ґрунти з низькими деформаційними та міцностними характеристиками, які при замочуванні будуть просідати, а при водонасиченні переходити в текучий стан.

Ґрунти ПГЕ-6 – супісок лесовидний текучий, характерною ознакою для якого є низькі показники міцності та деформації.

3. Фундаменти існуючої будівлі - стрічкові, основою фундаментів є ПГЕ-2-8.

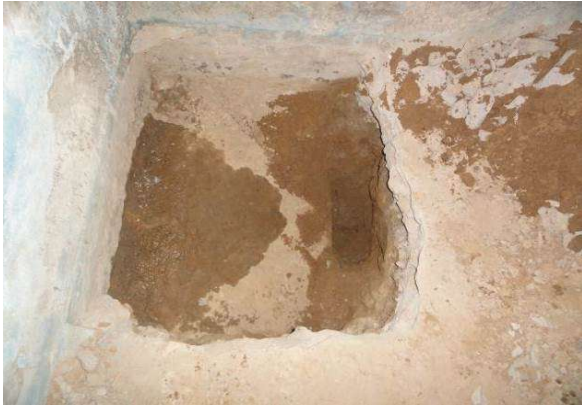


Рис.8. Шурф 2018 року, протікання води в рівні фундаменту.

Fig.8. The pit of 2018, water leakage at the level of the foundation.

4. Під час вишукувань (листопад-грудень) рівень ґрунтових вод геологічними свердловинами пройденими до глибини 12,6 м не зафіксовано. На глибині 0,2-1,5 (в підвалі будівлі) та 2,6-3,4 м за межами будівлі

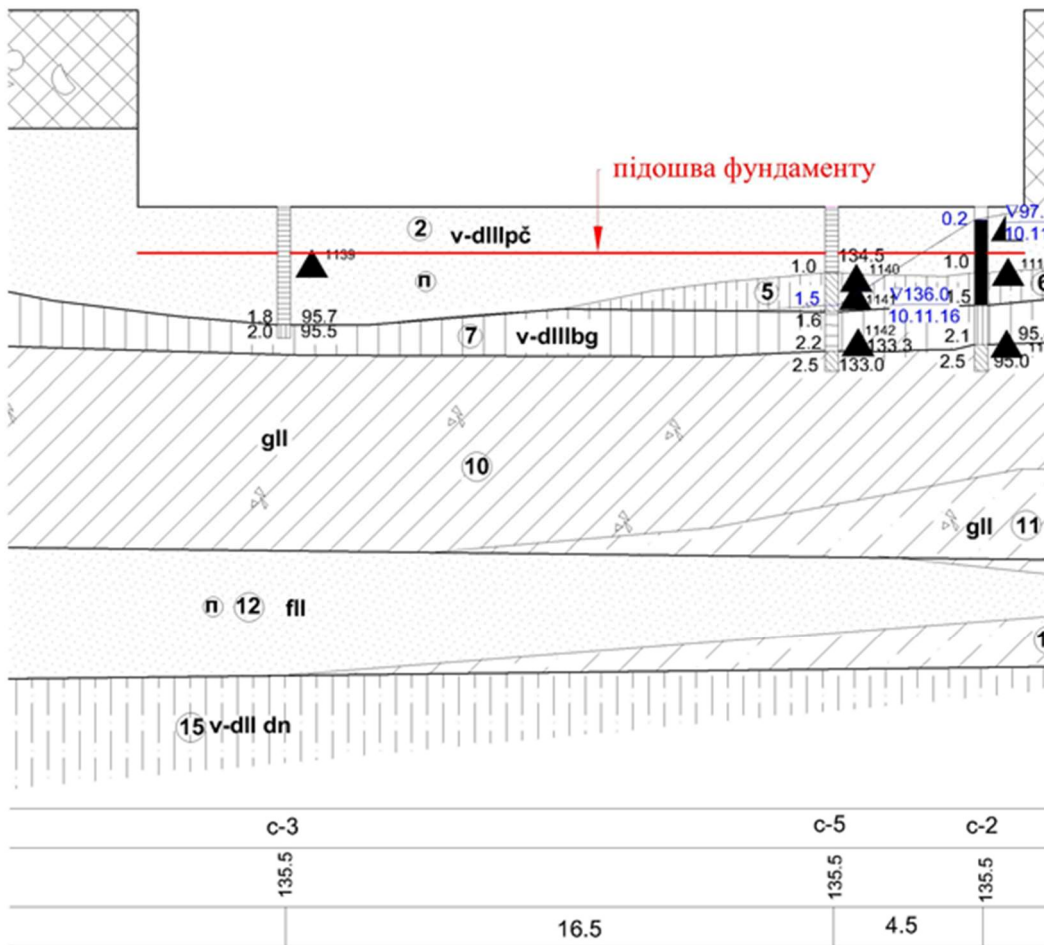
зафіксований тимчасовий водоносний горизонт типу «верховодка», який утворився на ґрунтах 5-10 внаслідок опадів та втрат з інженерних комунікацій.

5. До сучасних інженерно- і гідрогеологічних процесів і явищ, розвинених на ділянці вишукувань відноситься:

- наявність лесовидних ґрунтів, характерною ознакою для яких є просідання при замочуванні та невисокі показники міцності і деформації;

- формування тимчасового водоносного горизонту типу «верховодка» на поверхні ґрунтів ПГЕ-9,10, що призводить до погіршення якості ґрунтів;

- через втрати води з водонесучих комунікацій, в одній з свердловин зафіксовано наявність текучих ґрунтів ПГЕ-6, характерною ознакою для яких є низькі показники міцності і деформації.



Глибина закладання фундаменту від верхні планування складає 2.5-3.1 м, із них мінімальна глибина від рівня підлоги до підшви – 40 см, від рівня планування до рівня підлоги підвалу – 2,1-2,7 м, ширина підшви – 1,6 м-1,8 м. Основою фундаментів служать ІГЕ – 2-8 – від пілуватих пісків та пісків мілких до лесових і лесовидних глинистих ґрунтів від твердої до текучої консистенції.

На основі перевірочних розрахунків [7] було встановлено розрахунковий опір ґрунтів, який склав: для ІГЕ-2 – 220 кПа (194 кПа у водонасиченому стані); ІГЕ-7 – 206 кПа.

Середній тиск під підшоною фундаменту складає: під зовнішньою стіною – 180 кПа, під поперечною несучою стіною 350 кПа, що перевищує розрахунковий опір ґрунтів для ІГЕ-2 та ІГЕ-7.

При обстеженні фундаментів в шурфах не виявлено монолітного залізобетонного поясу по верху збірних фундаментних плит. Відхилення від вертикалі самонесучих поздовжніх стін вказує на те, що такі пояси відсутні і вище по поверхах. Тобто, за проектним рішенням в конструктиві будівлі не передбачалися заходи для сприйняття нерівномірних деформацій основи фундаментів.

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

Ґрунти основи фундаментів характеризуються суттєвою неоднорідністю за фізико-механічними та деформаційними характеристиками (модулі деформації $E=7-30$ МПа) як по площі залягання, так і по глибині. Товща неоднорідних ґрунтів під підшоною фундаментів складає від 1,5 до 2,2 м. Саме наявність такої неоднорідної товщі, локальні замокання лесових і лесовидних супісків та зниження механічних характеристик одночасно з реалізацією просідаючих властивостей призводить до додаткових деформацій основи фундаментів і виникнення пошкоджень в надземних конструкціях.

За результатами перевірочних розрахунків основи фундаментів встановлено наступне:

- середній тиск під підшоною фундаментів під несучі поперечні стіни значно перевищує розрахунковий опір ґрунту під

підшоною фундаментів для ІГЕ-2 та ІГЕ-7;

- середній тиск під підшоною фундаментів зовнішньої стіни не перевищує розрахункового опору ґрунту;

- навантаження на фундаменти поперечних несучих стін значно перевищує вертикальну складову граничного опору основи для ІГЕ-2 та ІГЕ-7.

Перевантажені ділянки основи фундаментів в місцях поширення ІГЕ-2 та ІГЕ-7 спричиняють значні деформації осідання фундаментів під поперечні несучі стіни. Оскільки фундаменти під поперечні стіни завантажені рівномірно, осідання є рівномірними і не викликають пошкоджень в конструкціях перекриття. Але ці деформації значно довантажують основу фундаментів під зовнішні стіни в місцях їх примикання до поперечних несучих стін. З часом при незмінних навантаженнях деформації осідання затухають, але будь-який зовнішній вплив на основу фундаментів (замокання, сезонне утворення «верховодки») призводить до поновлення розвитку деформацій.

Виявлені пошкодження військовими діями значно погіршують несучу здатність споруди, виявлені аварійні ділянки, які потребують термінового підсилення та відновлення.

Для приведення будівлі до задовільного технічного стану і можливості безпечної і надійної експлуатації необхідне проведення капітального ремонту будівлі та підсилення фундаментів [8].

Підсилення основи фундаментів можливо виконати за технологією jet-grouting або бурозмішувальною технологією [9, 10]. Потрібна заміна внутрішніх водонесучих комунікацій та зовнішніх (вводи-виводи в будівлю та на відстані щонайменше 15-18 м від будівлі); Відновлення вертикальної гідроізоляції стін підвалу.

Замість підсилення фундаментів може бути розглянутий варіант розбирання 6-7 поверхів та зменшення навантаження на основу.

Відновити простінки заміною окремих ділянок цегляної кладки. Встановити тимчасові підтримуючі стійки. Відновити пошкоджені стіни цегляної кладки.

Зруйновані перетинки над віконними прорізами замінити на металеві або виконати металеві рами.

В місцях руйнування плит перекриття передбачити нові монолітні залізобетонні ділянки. Пробоїни відремонтувати шляхом замонолічування отворів бетоном на мілкому заповнювачі. Після відновлення конструкцій покриття провести капітальний ремонт покрівлі шляхом заміни покрівельного килиму.

Виконати заміну інженерних систем. Виконати заміну оздоблення. Виконати термо-модернізацію будівлі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Іщенко Ю. І., У., Слюсаренко Ю. С., Мелашенко Ю. Б., Яковенко М. С., Бень І. В. Геотехнічний моніторинг в умовах ущільненої міської забудови. *Наука та будівництво*. Київ, 2020. № 25 (3). С. 13–25. doi.org/10.33644/scienceandconstruction.v25i3.2
2. Мелашенко Ю. Б., Яковенко М. С., Зорін Є. В., Бень І. В. Багаторічний моніторинг деформацій будівель і споруд геодезичними методами. *Наука та будівництво*. Київ, 2023. № 37 (3). С. 71–87. doi.org/10.33644/2313-6679-3-2023-8
3. Коваленко Л. О. Геодезичні спостереження за деформаціями будівель та споруд. *Науковий вісник будівництва*. Харків, 2017. Т. 89 №3. С. 185–188.
4. Система забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві. Геодезичні роботи у будівництві ДБН В.1.3-2:2010 – [Чинний від 01.09.2010]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2010 – С. 53.
5. Ґрунти. Методи вимірювання деформацій основ будинків і споруд ДСТУ Б В.2.1-30:2014 – [Чинний від 01.07.2015]. – К.: Мінрегіон України, 2015 – С. 33.
6. 103.16 Звіт про інженерно-геологічні вишукування «Інженерно-геологічні вишукування для уточнення даних рівня ґрунтових вод та отримання геологічного перерізу» для КЛПЗ «Чернігівський обласний протитуберкульозний диспансер». – Чернігів, Дочірнє підприємство «Водземпроект», 2016.
7. Основи та фундаменти споруд. Основні положення: ДБН В.2.1-10:2018. – [Чинний від 2019.01.01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2018 – С. 36.
8. Ручківський В. Формування напружено-деформованого стану основи при будівництві фундаментів на різних відмітках на території щільної забудови. *Основи та основи*. Київ, 2021. Вип. 42. С. 64–71. doi.org/10.32347/0475-1132.42.2021.64-71.
9. Pierre Guy A. Njock, Jun Chen, Giuseppe Modoni, Arul Arulrajah, Yong-Hyun Kim A review of jet grouting practice and development *Arabian Journal of Geosciences*, 2018, 11 (16), P. 459-490 DOI:10.1007/s12517-018-3809-7
10. Wang Z. F., Shen S. L., Ho C.E., Kim Y.H. Jet Grouting Practice: an Overview. *ICE Proceedings Geotechnical Engineering*, 2013, 44(4), P. 88-96.

REFERENCES

1. Ishchenko, Y., Slyusarenko, Y., Melashenko, Y., Yakovenko, M., & Ben, I. (2020). Heotekhnichni monitorynh v umovakh ushchilnenoї miskoi zabudovy [Geotechnical monitoring in conditions of dense urban development]. *Nauka ta budivnytstvo*, 25(3), 13-25. doi.org/10.33644/scienceandconstruction.v25i3.2 (in Ukrainian).
2. Iakovenko, M., Melashenko, Yu., Zorin, Ye., & Ben, I. (2023). Bahatorichnyi monitorynh deformatsii budivel i sporud heodezychnymy metodamy [Long-term monitoring of deformations of buildings and structures by geodetic methods]. *Nauka ta budivnytstvo*, 37(3), 71-87. doi.org/10.33644/2313-6679-3-2023-8 (in Ukrainian).
3. Kovalenko, L. (2017) Heodezychni sposterezhennia za deformatsiiamy budivel ta sporud [Geodetic observations of deformations of buildings and structures]. *Naukovyi visnyk budivnytstva*, 89(3), 185-188 (in Ukrainian).
4. Systema zabezpechennia tochnosti heometrychnykh parametriv u budivnytstvi. Heodezychni roboty u budivnytstvi [The system for ensuring the accuracy of geometrical parameters in construction. Geodetic works in construction] DBN V.1.3-2:2010 – (2010). Kyiv: Minregionbud Ukrayiny, 53 (in Ukrainian)
5. Grunty. Metody vymiriuvannia deformatsii osnov budynkiv i sporud [Soils. Methods of measuring deformations of foundations of buildings and structures] DSTU B V.2.1-30:2014. (2015). Kyiv: Minregion Ukrayiny, 33 (in Ukrainian)

6. 103.16 Zvit pro inzhenerno-heolohichni vyshukuvannia «Inzhenerno-heolohichni vyshukuvannia dlia utochnennia danykh rivnia gruntovykh vod ta otrymannia heolohichnoho pererizu» dlia KLPZ «Chernihivskiyi oblasnyi protytuberkulozniy dyspanser» [Report on engineering-geological surveys «Engineering-geological surveys to clarify groundwater level data and obtain a geological cross-section» for the Chernihiv Regional Tuberculosis Dispensary]. (2016) Chernihiv (in Ukrainian).
7. Osnovy ta fundamenty sporud. Osnovni polozhennia [Bases and foundations of buildings. Basic provisions] DBN V.2.1-10:2018. (2019). Kyiv: Minregionbud Ukrayiny, 36 (in Ukrainian).
8. Ruchkivskiyi, V. (2021). Formuvannia napruzhenno-deformovanoho stanu osnovy pry budivnytstvi fundamentiv na riznykh vidmitkakh na terytorii shchilnoi zabudovy [The formation of the stress-deformed state of the base during the construction of foundations at different points in the territory of dense buildings]. *Osnovy ta fundamenty*, 42, 64–71. doi.org/10.32347/0475-1132.42.2021.64-71 (in Ukrainian).
9. Pierre Guy A. Njock, Jun Chen, Giuseppe Modoni, Arul Arulrajah, Yong-Hyun Kim (2018) A review of jet grouting practice and development Arabian Journal of Geosciences, 459-490 DOI:10.1007/s12517-018-3809-7
10. Wang Z. F., Shen S. L., Ho C.E., Kim Y.H. (2013) Jet Grouting Practice: an Overview. *ICE Proceedings Geotechnical Engineering*, 44(4), 88-96.

even minor changes can lead to serious consequences.

Geotechnical monitoring of the Chernihiv's hospital was conducted. The building was put into operation in 1982. Since 1984, the building began to deform. There were opening of temperature joints with displacement of transverse walls, separation of the longitudinal wall from the transverse ones, minor deformation cracks in other blocks were detected. In the early 1990s, the works for strengthening of the structures was carried out, but they were not fully completed. In 2016, a major repair of the roofing and the drainage system from the building were carried out. The deformation of the building did not stop. In 2018, the SE NIIBK conducted a study and, based on the recommendations of «Eurotechindustry» LLC, a reinforcement of the stairwell was developed. However, in 2022, during active hostilities in the Chernihiv city, the hospital was severely damaged. There were direct hits and the collapse of structure's elements. The meticulous inspection of the facility in order to establish the residual resource and reliability of the whole structures becomes necessary. An inspection of the hospital building as well as geotechnical monitoring, particularly engineering and geodetic observations, and verification calculations of the basement were performed.

Key words. Deformations, examination, search, foundations.

Geotechnical monitoring of the hospital Chernihiv

Mykola KORZACHENKO
Maksym BOLOTOV
Yurii SHEREMET
Roman LUZHETSKYI

Summary. Geotechnical monitoring is a system of observation, collection and data analysis on the condition of soils, basements and structural elements of facilities. It is a key tool for safety assurance and control during the reconstruction of structures. This is extremely important while old buildings reconstruction, where unexpected reactions to changes in loads are possible. The monitoring of emergency facilities is especially important, where