

ПІДХОДИ ДО ОЦІНКИ ДЕФОРМАЦІЙ ІСНУЮЧИХ БУДІВЕЛЬ УЩІЛЬНЕНОЇ ЗАБУДОВИ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ОБСТЕЖЕНЬ ЇХ ФАСАДІВ

Геннадій ГЛАДИШЕВ¹, Дмитро ГЛАДИШЕВ²

¹ ТзОВ „Науково-проектна фірма „Реконстрпроект”
Тютюнників, 55, к.109, Львів, Україна, 79011

² Національний університет „Львівська політехніка”
С. Бандери, 12, Львів, Україна, 79013

¹hennadii.m.hladyshev@lpnu.ua, <http://orcid.org/0000-0002-2671-5579>;

²dmytro.h.hladyshev@lpnu.ua, <http://orcid.org/0000-0003-3978-8600>

Анотація. Запропонована методика випереджаючої інтегральної оцінки технічного стану цегляних будівель для фіксації деформування їх остовів у складних інженерно-геологічних умовах старої ущільненої забудови, як до початку нового будівництва на фіксованій ділянці, так і під час його виконання з можливим негативним впливом на вже сформовану забудову.

Розглянуто два окремі приклади на двох різних об'єктах. В цих прикладах автори спробували довести логіку підходу від відносних вертикальних осадок елементів фасадів будівель до визначення їх кренів та згинів в їх площинах для оцінки просторових деформацій остовів будівель від характеру розподілу тріщин на їх фасадних стінах.

У першому поданому прикладі, при проведенні авторами детального обстеження існуючої будівлі, застосований інженерно-геодезичний метод замірів, що дало можливість визначити фактичні просторові деформації будівлі сумісно із основою. Запропонований підхід до визначення згинів і напрямів кренів фасадних стін остову будівлі за зафіксованими при обстеженні значеннями відносних вертикальних переміщень елементів фасадів. Отримані складові деформацій стін та їх переміщень дають інтегральний напрямок зниження фактичної просторової жорсткості будівлі.

У другому прикладі, також при проведенні детального обстеження, автори фіксували



Геннадій ГЛАДИШЕВ
директор ТзОВ
Науково-проектної фірми
„Реконстрпроект”,
к.т.н.



Дмитро ГЛАДИШЕВ
доцент кафедри
архітектурного проектування
та інженерії,
к.т.н., доцент

картину утворення тріщин на фасадах існуючої будівлі та заміряли їх ширину. У цьому випадку пріоритетним став характер деформування фасаду будівлі за поперечною силою під впливом розпірних зусиль і зависання між стінами вже існуючих будівель, між якими вбудована обстежувана будівля, як вставка.

Запропоновану методику можна рекомендувати для використання на початку обстеження окремих будівель або груп суміжних будівель у зв'язку з тим, що в першу чергу дослідників цікавить інтегральний стан деформування остовів цих будівель. Якщо будівля знаходиться у 3-й категорії технічного стану (не придатній до нормальної експлуатації) за фактичним деформованим станом, то технічний стан інших елементів її конструкцій для початкового аналізу відходить на другий план.

Ключові слова. Обстеження, технічний стан, ущільнена забудова, тріщина, деформація

ВСТУП

Досить часто нові проєктовані будівлі, в більшості зі значними заглибленими підземними поверхами (паркінгами, укрітнями), дотикаються до груп існуючої старої забудови, яка розташована на цій ділянці, і постає питання про ретельне її обстеження для оцінки стану остовів будівель, їх конструктивних схем та основ під їх фундаментами.

Ділянки під нову забудову, які розташовані в зоні давно сформованої малоповерхової забудови, підлягають обстеженню і згідно діючих норм [1, 2].

Безумовно необхідна методика випереджаючої інтегральної оцінки технічного стану цегляних будівель для фіксації деформування їх остовів у складних інженерно-геологічних умовах старої ущільненої забудови, як до початку нового будівництва на фіксованій ділянці, так і під час його виконання з можливим негативним впливом на вже сформовану забудову.

АНАЛІЗ ПОПЕРЕДНІХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідженнями технічного стану існуючих будівель при їх обстеженні займаються як вітчизняні науковці та сертифіковані інженери [3, 4, 5, 6, 7] так і закордонні [8, 9], в тому числі і в умовах ущільненої забудови [10, 11, 12] та у складних інженерно-геологічних умовах [13, 14]. Також багато авторів [14, 15, 16, 17] розглядають різні підходи та методики до обстежень та визначення технічних станів будівель і споруд.

Наприклад, у роботі [17] наведена методика визначення деформацій об'єктів міської забудови геодезичним методом із використанням спеціально розроблених світловідбивних марок, які потрібно встановлювати на характерні місця будівель. Контроль деформацій здійснюється за допомогою спеціального програмного забезпечення. Недоліком

методики є дуже трудомісткий процес, який дає результат після довготривалого спостереження, як і за настановою з науково-технічного моніторингу будівель [18].

За цією методикою важко отримати необхідні дані про фактичний деформований стан групи будівель або окремої будівлі, із різними термінами їх експлуатації 40 і більше років, під час виконання термінового обстеження, як часто буває після початку нового будівництва або при підготовці до розробки нової проєктної документації на ділянках розміщених в межах вже сформованої старої забудови.

В роботі [14] розглянуті природні та техногенні чинники, які впливають на стійкість будівель. Серед природних чинників провідну роль відіграє наявність в активній зоні будівель ґрунтів схильних до розвитку суфозійних процесів, що суттєво змінює їх властивості під впливом техногенного чи природного зволоження. До техногенних впливів належать конструктивні особливості будівель, їх матеріалів та їхній вік.

Вибір та застосування методів оцінки технічного стану остовів цегляних будівель старої забудови та їх просторових деформацій, за якими можна об'єктивно оцінити їх надійність після довготривалої експлуатації, потребує детального обстеження за методикою діючих на час обстеження норм та стандартів [19, 20].

За новим стандартом [19], який вийшов на заміну попереднього [20], щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінювання їхнього технічного стану, в таблиці В.3.1 наведена натурна класифікація ознак технічного стану кам'яних та армокам'яних конструкцій об'єкта. Наприклад, для 3-ї категорії технічного стану стін відносять: „тріщини в міжвіконних поясах несучих стін до 5 мм”; „тріщини в перемичках шириною розкриття до 5 мм та в склепіннях (арках) до 1 мм”, у цій таблиці, окрім цього наведені дефекти від поверхневої деградації кладки від зовнішніх впливів та вогневого

пошкодження не більше 20 мм. На рисунках 7.8.1, 7.8.2 у стандарті [19] логічно подані типові деформації від зміни ґрунтових умов і деформації фасадів об'єктів та їх основні причини (рис. 1).

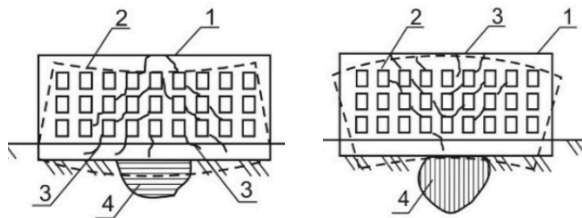


Рис. 1. Рисунки 7.8.1 та 7.8.2 з [19] – прогин та вигин будівлі за наявності в основі слабого ґрунту

Fig. 1. Figures 7.8.1 and 7.8.2 from [19] – deflection and bending of the building in the presence of weak soil at the base

Діючи стандарти [19] пропонують підходи до оцінювання стану цегляного муру стін за характером схем напрямів розвитку тріщин та обмеження розміру і їх ширини за впливом стану основ.

За п. В.3.4 [19] рекомендовано для точнішого оцінювання стану об'єктів, за натурними ознаками відповідно до таблиць додатку „В” з визначення та оцінювання стану основ і технічного стану їх конструкцій, виконати перевірні розрахунки з урахуванням виявлених деформацій і пошкоджень. Виконання перевірних розрахунків, залежно від класу наслідків (відповідальності) об'єкта і типу розрахункової ситуації [21], як правило, потребує багато додаткової інформації.

Для ширшого аналізу додаткової інформації за станом будівель необхідне застосування нових підходів, особливо від характеру розподілу та ширини тріщин на їх фасадних стінах. Для цього необхідно отримати результати детального обстеження будівлі, порівняти їх із результатами перевірних розрахунків, для оцінки передумов і результатів довготривалих просторових деформацій. Запропонувати підхід до визначення осадових деформацій будівлі за картиною та шириною тріщин.

МЕТА ДОСЛІДЖЕНЬ

Перевірка методики випереджаючої інтегральної оцінки технічного стану кам'яних будівель у цілому за станом деформування їх остову у фіксованих інженерно-геологічних умовах старої забудови, як до початку нового будівництва на фіксованій ділянці, так і під час його виконання з можливим негативним впливом на сформовану забудову.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ПОЯСНЕННЯ

Автори у даній роботі намагались провести перевірку методики випереджаючої інтегральної оцінки стану остовів цегляних будівель за характером їх деформування, після довготривалої експлуатації у фіксованих інженерно-геологічних умовах старої забудови та за картиною та шириною розкриття тріщин на їх фасадах.

Розглянуто два окремі приклади на двох різних об'єктах. У цих прикладах автори спробували довести логіку підходу до оцінки вертикальних осадових та інших деформацій будівель від характеру розподілу тріщин на їх фасадних стінах.

У першому прикладі, при проведенні детального обстеження існуючої трьох поверхової будівлі у м. Львові, авторами були виконані її заміри інженерно-геодезичним методом, що дало можливість визначити фактичні її просторові деформації при сумісному деформуванні із основою.

Габарити будівлі: $L=17,501$ м, $B=13,33$ м (рис. 2), висота першого поверху $h=3,44$ м, другого та третього – $3,27$ м підвального – $h_n=2,28$ м.

Для інтегральної оцінки деформацій остову будівлі (кренів, кривини, відносних осідань) за 70 років її експлуатації, застосували інженерно-геодезичні вимірювання вертикальних та горизонтальних відносних переміщень будівлі по рівнях низу перемичок віконних прорізів та карнизів вздовж фасадів по осях „А”, „1” та „7”, як найбільш доступних елементів

будівлі. Також зафіксовані відмітки планування навколо будівлі для визначення глибини залягання підшос фундаментів.

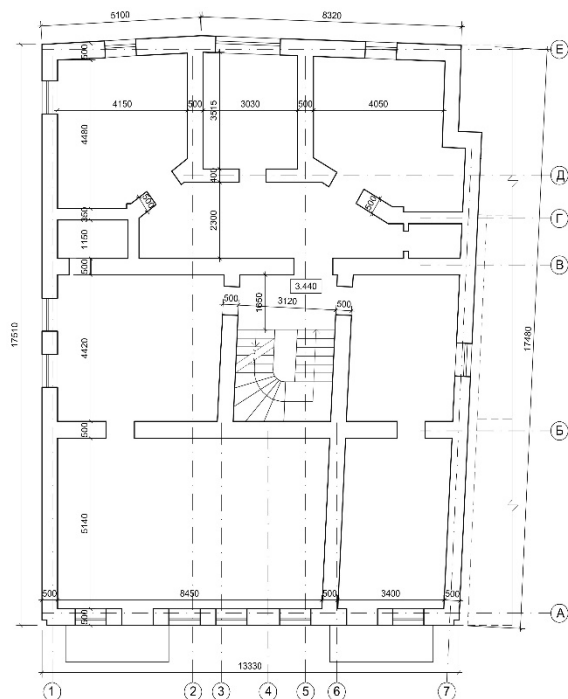


Рис. 2. План 2-го поверху будівлі, що обстежувалась

Fig. 2. Plan of the 2nd floor of the building under investigation

Після апроксимації та статистичної обробки, за отриманими відносними вертикальними переміщеннями, побудовані графіки, на яких відображені напрями кренів i_u стін будівлі, радіуси їх кривини $\pm R$ та відповідні значення вигину $+f$ і прогину $-f$. Для прикладу на рис. 3 наведений графік апроксимації даних переміщень фасадної стіни по осі „1”.

Отримані наступні характерні данні деформації стін в площинах фасадів будівлі:

- по осі „7”, $R=-1,7$ км; $f=21,31$ мм; $i=0,00071 < i_u=0,005$ [1] у 7 разів;
- по осі „А”, $R=-1,11$ км; $f=-19,93$ мм; $i=0,0018 < i_u=0,005$ [1] у 2,8 рази;
- по осі „1”, $R=+2,64$ км; $f=+12,14$ мм; $i=0,00056 < i_u=0,005$ [1] у 11,3 рази;
- по осі „Е”, $R=-2,5$ км; $f=-10,98$ мм; $i=0,0036 < i_u=0,005$ [1] у 1,4 рази.

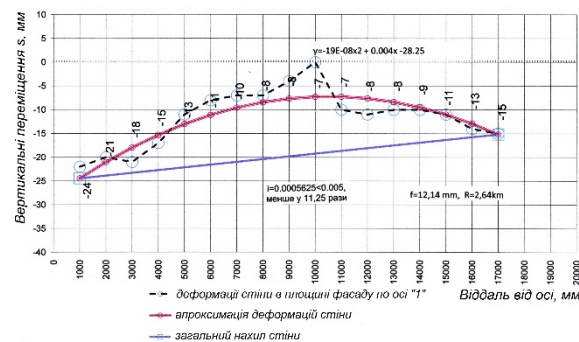


Рис. 3. Закономірності нерівномірних вертикальних деформацій та нахилів стін в площині фасаду по осі „1”

Fig. 3. Regularities of uneven vertical deformations and inclinations of walls in the plane of the facade along the „1” axis

За результатами обмірів геометрії будівлі та апроксимації отриманих відносних вертикальних її переміщень, побудована схема просторової деформації його остову (рис. 4). На цій схемі зафіксовані напрями горизонтальних переміщень верхніх кутів стін будівлі.

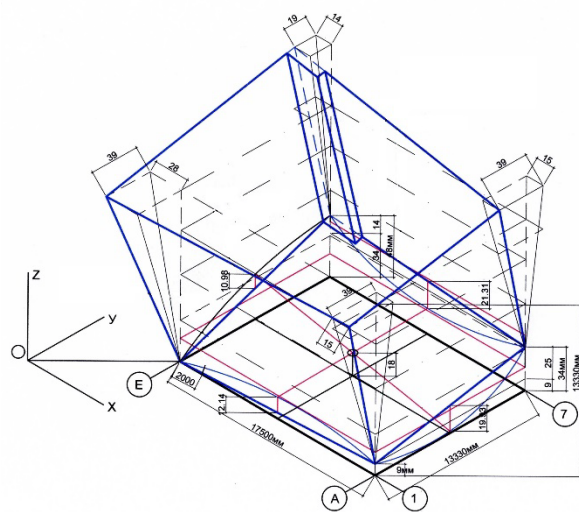


Рис. 4. Схема просторових деформації зовнішніх фасадних стін остову будівлі

Fig. 4. The scheme of spatial deformation of the external facade walls of the framework of the building

Аналіз фактичних значень цих переміщень показав, що основні вертикальні тріщини будівлі зафіксовані в стінах по осях „1” та „Е” за рахунок їх вигину (рис. 4).

Силові вертикальні тріщини від нерівномірних вертикальних деформацій та інші пошкодження у стінах будівлі виникли у результаті нерівномірних напружень під подошвами фундаментів під впливом нерівномірних деформацій слабких заторфованих ґрунтів основи. Недосконалості конструктивних рішень, прийнятих перед будівництвом, не забезпечили просторову жорсткість будівлі.

В процесі експлуатації просторовий остов будівлі отримав невелике скручування, яке викликало разуцільнення муру стін за рахунок малої міцності вапняного розчину. Особливо це простежується в куті будівлі в осях „1/Е” за рахунок перерозподілу тисків під фундаментами будівлі.

У другому прикладі авторами було проведене детальне обстеження із виконанням обмірних креслень існуючої будівлі у м. Львові з метою визначення її технічного стану з урахуванням впливу на неї елемента нової забудови [22].

Причиною для робіт з обстеження став процес улаштування роз'єднувальної пальової підпірної стінки для нової забудови, впритул до фасадної стіни існуючої будівлі, що викликало утворення на цій фасадній стіні системи тріщин.

Будівля, що обстежувалась, розташована в зоні давно сформованої малоповерхової житлової щільної забудови [23]. Вона вбудована між двома існуючими будівлями (рис. 5).



Рис. 5. Ситуаційна схема: 1 – будівля, що обстежується; 2, 3 – суміжні будівлі; 4 – нова забудова

Fig. 5. Situation diagram: 1 – the building under inspection; 2, 3 – adjacent buildings; 4 – new building

Розміри будівлі в осях: $L=23,26$ м, $B=10,50$ м, висота першого та другого поверхів $h=3,6$ м, підвального – $h_n=1,65$ м.

Ширина фундаментів під несучі та самонесучі стіни прийнята за шириною стін підвалу, по осях „А”, „Б”, „В” – 770 мм, по осях „3”, „4” – 610 мм, по осях „5”, „6” – 470 мм.

Глибина залягання подошов фундаментів будівлі від природної поверхні до початку нового будівництва $d=2,87$ м по осі „В” та $d=2,58$ м по осі „А”. Глибину підвалу до виконання будівельних робіт прийнята $d_b=2,07$ м. Глибина закладання фундаментів по осях „А”, „Б”, „В”, від підлоги підвалу $d_s=0,8$ м.

За аналізом результатів обстеження визначено, що фундаменти в торцях будівлі, біля осей „1” та „7” щільно торцями, без осадочних швів, дотикаються до раніше збудованих будівель.

В ході обстеження на фасадних та внутрішніх стінах фіксували картини утворення тріщин та заміряли їх ширину.

Нерівномірні деформації та тріщини в стінах та перегородках будівлі розвивалися впродовж всієї її довготривалої експлуатації. Нахилені тріщини, які утворилися за багаторічну експлуатацію будівлі у стіні по осі „А”, були закриті після 2012 року балансоутримувачем будівлі, шляхом зовнішнього ремонту всієї фасадної стіни.

За даними інженерно-геологічних досліджень для нового будівництва зауважили, що абсолютні відмітки верху свердловин Св. №6, Св. №7, зі сторони фасаду по осі „А”, знаходяться вище підвальних вікон існуючої будівлі. Це свідчить про те, що при довготривалій експлуатації будівлі не було забезпечене організоване поверхневе водовідведення, а через підвальні вікна вода потрапляла у підвальні приміщення.

Для аналізу деформацій обстеженої будівлі використали п. 8.8.5 норм [1]. За цим пунктом граничні значення деформацій основ і фундаментів будівель в зоні впливу нового будівництва суттєво обмежені. Їх

допускається приймати згідно додатку „Б” цих норм.

Ці граничні значення деформацій основ під фундаментами будівлі становлять $(\Delta s/L)_u=0,002$, $\Delta s=5340 \cdot 0,002=10,7$ мм; $s_u=0,005 \cdot L=0,005 \cdot 23260=116$ мм.

Основою фундаментів будівлі, згідно інженерно-геологічних вишукувань, є пісок пилуватий, середньої щільності, малого ступеня водонасичення, з прошарками дрібного піску, неоднорідний, сірий, жовтувато-сірий, схильний до розвитку суфозійних процесів (ІГЕ-2) з такими основними параметрами: $\rho=1,9$ т/м³, $e=0,62$, $S_r=0,48$, $\gamma=19$ кН/м³, $E=22$ МПа, $\varphi=33^\circ$, $C=5$ кПа. Слід відмітити, що мінливі властивості ґрунту зворотних засипок під площею фундаментів в двох торцях обстеженої будівлі, біля осей „1” та „7”, в межах приєднання до раніше збудованих будівель, геологи не класифікують. За висновками інженерно-геологічних вишукувань насипні ґрунти зворотних засипок пазах фундаментів раніше збудованих будівель, відсипані сухим методом, представлені супіщано-піщанистими ґрунтами із включеннями будівельного сміття до 10% від об'єму.

Практично і теоретично важко визначити, на скільки змінилися за 90 років з часу будівництва обстеженої будівлі фізико-механічні характеристики ґрунту під фундаментами в межах її площі. Тому, на час обстеження існуючої будівлі, для аналізу деформацій основ і розрахункових напружень під її фундаментами використали для перевірних розрахунків інженерно-геологічні дані для ґрунту ІГЕ-2.

Спираючись на отриману інформацію та результати обмірів під час обстеження будівлі, виконані перевірні розрахунки з оцінки несучої здатності фундаментів та осадок s основи під ними до, та у процесі виконання робіт з улаштування роз'єднувальної пальової стінки.

Результати перевірних розрахунків по етапах виконання робіт подані на планах фундаментів будівлі до початку виконання будівельних робіт (рис. 6) та в процесі виконання будівельних робіт з улаштування

роз'єднувальної пальової стінки (рис. 7). На цих рисунках прийняті такі позначення: d – глибина закладання фундаментів; b – ширина фундаментів; p – напруження; R – розрахунковий опір ґрунту; R/p – порівняння напружень; s – осідання.

Результати розрахунків за нормами [1] в процесі виконання будівельних робіт біля фасаду по осі „А” показали, що:

- при підготовчих роботах до улаштування буроін'єкційних паль роз'єднувальної підпірної стінки, поверхню землі знижено зрізкою на середню глибину 2,15 м, при цьому фактичну глибину залягання підшви фундаменту стіни по осі „А” з $d=2,58$ м понизили до $d_{l.n}=0,53$ м. Це дало поштовх для утворення по фасаду по осі „А” нових тріщин по існуючих старих;
- збільшення осідання основи під стрічковим фундаментом по осі „А”, в межах зрізаної ділянки ґрунту, викликало додаткові зусилля розтягу в межах сформованих вже старими тріщинами послаблених похилих перерізів. Відкриття нових тріщин проявилось від додаткових зусиль розтягу у зв'язку із недостатнім поперечним перерізом дротів сіток, використаних в межах ремонтного шару тиньку у 2012 році, які не в змозі сприйняти нові зусилля розтягу;
- зниження у 3,26 рази несучої здатності ґрунту ІГЕ-2 з $R=479$ кПа до $R=147$ кПа при зміні глибини залягання фундаменту по осі „А” з $d=2,87$ м до $d_{l.n}=0,53$ м та відповідний до них приріст у 1,7 рази осідання ґрунту $\Delta s=4,2$ мм основи.

У зв'язку з теоретично отриманим приростом вертикальних деформацій $\square s=4,2$ мм, слід його порівняти з рівнями максимальних, середніх та статистичних значень проекцій на вертикаль (осадок) фактичної ширини розкриття тріщин, зафіксованих на час обстеження на фасаді по осі „А”, залежно від кутів їх нахилу до горизонту (рис. 8).

Окрім цього, при розрахунку отримали:

- пониження на 20% несучої здатності ґрунту ІГЕ-2 до $R_2=160,5$ кПа відносно до напружень $p_A=192,7$ кПа під подошвою фундаменту по осі „А”;
- при зволоженні ґрунту ІГЕ-2 його несуча здатність $R_3=147$ кПа знижується на 31% відносно напружень

$p_A=192,7$ кПа під подошвою фундаменту по осі „А”. За інженерно-геологічними дослідженнями ґрунту ІГЕ-2 схильні до розвитку суфозійних процесів при замоканні, що потребує його підсилення для запобігання розвитку вертикальних деформацій.

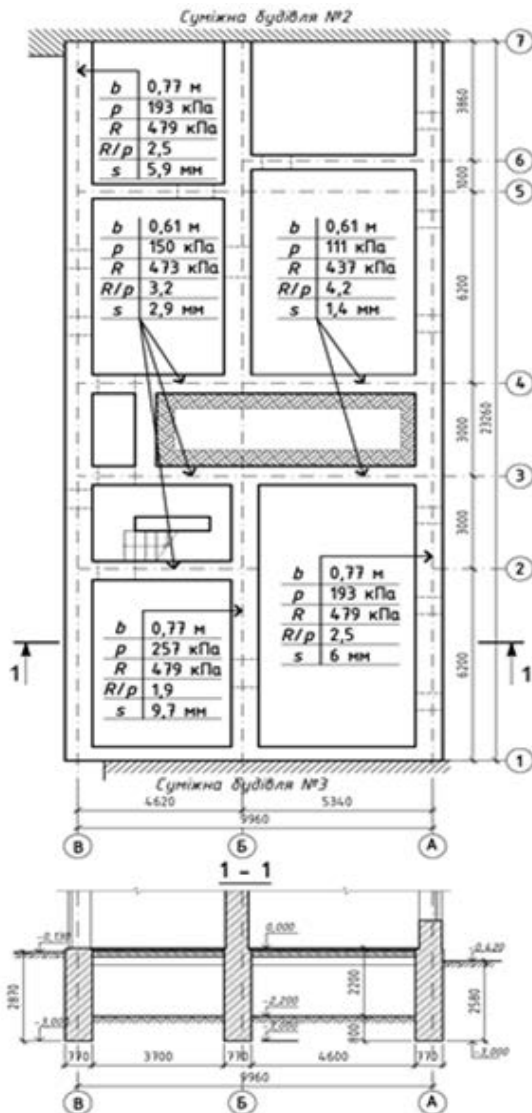


Рис. 6. План фундаментів із поперечним перерізом та результатами перевірних розрахунків на етапі до початку виконання будівельних робіт

Fig. 6. Foundation plan with a cross-section and the results of verification calculations at the stage before the start of construction stage

Для аналізу розвитку фактичних вертикальних деформацій (осадок) фундаменту стіни по осі „А” виконали статистичну обробку проекцій ширини нахилених тріщин з 95% забезпеченням, на

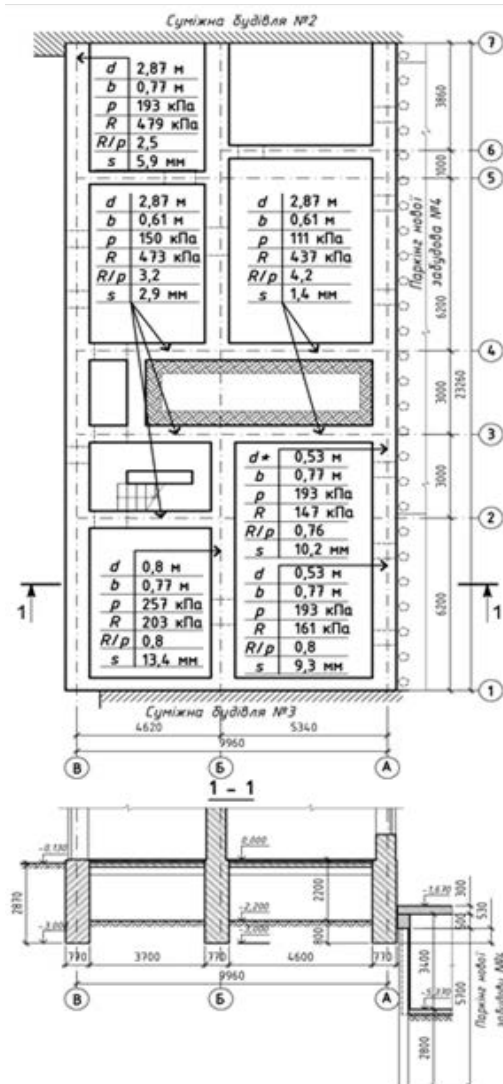


Рис. 7. План фундаментів із поперечним перерізом та результатами перевірних розрахунків на етапі виконання будівельних робіт

Fig. 7. Foundation plan with a cross-section and the results of verification calculations at the construction stage

вертикальну вісь залежно від фактичних кутів їх нахилів до горизонту (табл. 1).

Порівняння середніх осадок $s_{midl}=3,09$ мм (табл. 1) зі статистично обґрунтованими осадками до характеристичного рівня $w_k=7,48$ мм (з 95% забезпеченням),

передбачає збільшення осадок за подальшим збільшенням ширини розкриття нахилених тріщин, замірених на час проведення обстеження.

Максимальне значення осадок $w_{r,max}=9,44$ мм (табл. 1) фундаменту по осі „А”, практично наближене до значень теоретично визначених осадок $s_1=9,3$ мм та $s_1^*=10,2$ мм. Приріст осідань може розвиватися і далі за рахунок ущільнення ґрунту від не збалансованого тиску ($p_A=192,7$ кПа $>$ $R_3=147$ кПа) під подошвою фундаменту в межах замкнутого простору біля виконаного проектного рішення роз'єднувальної пальової стінки.

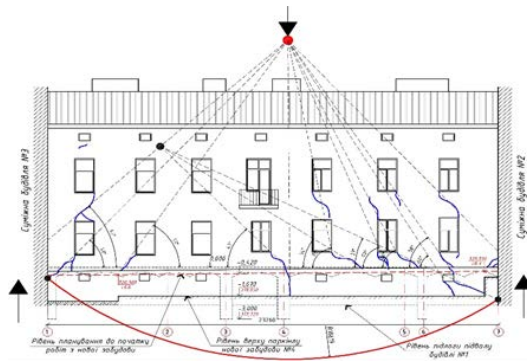


Рис. 8. Фасад „1-7” по осі „А” з картиною розподілу тріщин та кутами дотичних до напрямків тріщин, відносно горизонтальної площини [22]

Fig. 8. Facade "1-7" along axis "A" with a picture of the distribution of cracks and the angles tangent to the directions of the cracks, relative to the horizontal plane [22]

Табл. 1. Аналіз проекцій ширини w нахилених тріщин на вертикаль залежно від фактичних кутів a їх нахилу до горизонту та їх статистична обробка

Tabl. 1. Analysis of the projections of the width w of inclined cracks to the vertical depending on the actual angles a of their inclination to the horizon and their statistical processing

Назва показника	Ліва сторона (l) будівлі			Права сторона (r) будівлі							
Фактична ширина тріщини w , мм	3,0	1,5	0,7	1,1	0,7	1,0	0,5	1,0	2,0	0,5	5,0
Кут нахилу a	49,0	43,0	57,0	47,0	34,0	80,0	69,0	66,0	60,0	27,0	58,0
$90^\circ - a$	41,0	47,0	33,0	43,0	56,0	10,0	21,0	24,0	30,0	63,0	32,0
$\sin(90^\circ - a)$	0,66	0,73	0,54	0,68	0,83	0,17	0,36	0,41	0,50	0,89	0,53
Вертикальні проекції тріщин w_v , мм:	4,57	2,05	1,29	1,61	0,84	5,76	1,40	2,46	4,00	0,56	9,44
Статистична обробка:	ліва сторона (l)			права сторона (r)				Загальна			
Максимальні значення	$w_{l,max}=4,57$ мм			$w_{r,max}=9,44$ мм				$w_{max}=9,44$ мм			
Середні значення	$w_{l,m}=2,64$ мм			$w_{r,m}=3,26$ мм				$s_{midl}=w_m=3,09$ мм			
Стандартне відхилення	$\sigma=1,72$ мм			$\sigma=3,04$ мм				$\sigma=2,68$ мм			
Коефіцієнт варіації	$V_l=0,65$			$V_r=0,93$				$V=0,87$			
Характеристичні значення (95%)	$w_{l,k}=5,46$ мм			$w_{r,k}=8,25$ мм				$w_k=7,48$ мм			

При цьому, слід звернути увагу на різницю максимального значення осадок фундаменту по осі „А” зі сторони осі „1” – $w_{l,max}=4,57$ мм та зі сторони осі „7” – $w_{r,max}=9,44$ мм, які у 2,07 рази більші, що може бути пов'язано зі станом зворотної засипки фундаменту існуючої будівлі біля цієї осі, до якої прибудована розглянута будівля та зависанням фасадної стіни по осі

„1” на торцевій стіні раніше збудованої будівлі.

Інша фасадна стіна по осі „В” не задіяна в новому деформаційному процесі будівлі у зв'язку зі значною віддаллю між осями стін фасадів по осях „А” і „В” та за значенням кута внутрішнього тертя $\phi_{II}=32^\circ$ ґрунту.

Аналіз розподілу напрямків тріщин, виконаний на рис. 8, підтверджує пріоритетність їх розвитку за поперечними

силами з розпором та зависанням торців стіни фасаду по осі „А”, по осях „1” і „7”, на стінах старих будівель.

Для обстеженої будівлі з несучими стінами із цегляного муру без армування, яка має третю категорію технічного стану за шириною розкриття осадових тріщин в стінах, згідно табл. В.3.1 стандарту [19], за яким додаткові граничні деформації основ обмежуються значеннями:

- відносною різницею осідань $(\Delta s/L)_u \leq 0,0007$, фасаду по осі «А» становить $(9,44-4,57)/L = 4,87/23260 = 0,00021 < 0,0007$;
- максимальним додатковим осіданням $S_{max,u} \leq 7$ мм, яке для фасаду по осі „А” (табл. 1) становить $(9,44+4,57)/2 = 7,005$ мм, що практично дорівнює $S_{max,u}$;
- максимальним додатковим осіданням $S_{max,u} \leq 7$ мм, яке по фасаду по осі „А” за даними, наведеними на рис. 6 та рис. 7, становить $10,2-6 = 4,2$ мм і менше $S_{max,u}$.

За п. 7.1.7 норм [20], зменшення впливу нового будівництва на існуючу забудову слід виконувати за допомогою інженерних заходів за результатами перевірних розрахунків.

ВИСНОВКИ

У першому випадку запропонований підхід до визначення просторових деформацій згину та напрямів кренів остову будівлі, при яких зафіксовані значення переміщень по фасадах, які є складовими інтегральних переміщень та напрямків зниження фактичної просторової жорсткості будівлі. Ці впливи виникли за рахунок неодноразової зміни рівнів ґрунтових вод, зміні фільтраційних властивостей ґрунтів при різних їх напружених станах під окремими ділянками фундаментів будівлі та нерівномірної консолідації ґрунтів.

У другому випадку запропонований підхід до визначення деформацій остову будівлі через центр радіальних напрямків

картини тріщин на фасаді будівлі. Проекції ширини розкриття тріщин на вертикаль за кутами їх радіальних напрямків, дають підхід до обґрунтування характеру і величини можливих осадових деформацій будівлі.

У цьому випадку пріоритетним є характер деформування фасаду по осі „А” за поперечною силою під впливом розпірних зусиль між існуючими будівлями, між якими вбудована обстежувана будівля (як вставка) і має вплив зависання між існуючими будівлями.

Запропоновану методику можна рекомендувати для використання на початку обстеження окремих будівель або груп суміжних будівель у зв'язку з тим, що в першу чергу цікавить інтегральний стан деформування остовів цих будівель, бо якщо він знаходиться у 3-й категорії технічного стану (не придатній до нормальної експлуатації) [19], то технічний стан інших елементів конструкцій будівель відходить на другий план для початкового додаткового аналізу.

При проєктуванні новобудов в межах ущільненої забудови необхідно виключати можливість виникнення деформації навколишніх будівель. Взаємодія окремих несучих конструкцій в існуючих будівлях повинна забезпечувати їх надійну роботу під час проведення біля них нового будівництва. Якщо будівля знаходиться в межах ущільненої забудови, визначення характеру впливу нового будівництва на її просторові деформації потребує впровадження нових підходів, варіанти яких не знайшли відображення у нормативній літературі.

ЛІТЕРАТУРА

1. **ДБН В.2.1-10:2018.** Основи та фундаменти будівель та споруд. Основні положення. [Чинний від 2019-01-01]. Київ : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2018. 36 с. (*Державні норми України*).
2. **ДБН В.2.1-10:2009.** Основи та фундаменти споруд. Основні положення проєктування.

- [Втратив чинність 2019-01-01]. Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. 77 с. (*Державні норми України*).
3. **Клименко Є.В.** Технічний стан будівель і споруд : монографія. Одеса : ОДАБА, 2010. 284 с.
 4. **Абрамов В.М., Колесніченко С.В.** До питання оцінки технічного стану будівельних конструкцій, будівель і споруд // *Будівництво України. Дніпро*, 2016. №4. С. 2-5.
 5. **Бабич Є.М., Караван В.В., Бабич В.Є.** Діагностика, паспортизація та відновлення будівель і інженерних споруд: підручник. Рівне : Волинські обереги, 2018. 176 с.
 6. **Семиног М.М., Голоднов О.І.** Діагностика технічного стану та визначення залишкового ресурсу будівельних конструкцій // *Дороги і мости. Київ*, 2009. Вип. 11. С. 285-290.
 7. **Vozniuk L.** Technical inspection of buildings and structures that ensure the life of people / L. Vozniuk – etc. / *Improvement of scientific approaches to the development of engineering: collective monograph. Boston*, 2022. P. 103-111.
<https://doi.org/10.46299/ISG.2022.MONO.TEC.H.4.1.8>.
 8. **Mariusz Urbański.** Ocena stanu technicznego zelbetowych silosow zbozowych // *Budownictwo*. 2016. №22. S. 298-306.
<http://doi.org/10.17512/znb.2016.1.30>.
 9. **Banaszek, A., Banaszek, S., & Cellmer, A.** (2017). Possibilities of use of UAVS for technical inspection of buildings and constructions. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 95, No. 3, p. 032001).
<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/95/3/032001>.
 10. **Гладишев Г.М., Гладишев Д.Г., Гладишев Р.Д.** Взаємодія остовів будівель та їхніх основ в межах ущільненої забудови Львова : монографія. Львів : Норма, 2023. 336 с.
 11. **Костира Н., Бакуліна Н.** Особливості технічного обстеження об'єктів прилеглих до існуючої забудови // *Будівельні конструкції. Теорія і практика. Київ*, 2023. Вип. 12. С. 105-114.
<http://doi.org/10.32347/2522-4182.12.2023.105-114>.
 12. **Іщенко Ю.І., Мелашенко Ю.Б., Бень І.В., Слюсаренко Ю.С., Яковенко М.С.** Геотехнічний моніторинг в умовах ущільненої міської забудови // *Наука та будівництво. Київ*, 2020. № 25(3). С. 13-25.
<https://doi.org/10.33644/scienceandconstruction.v25i3.2>.
 13. **Дорофєєв В.С., Пушкар Н.В.** Технічний стан пам'ятки архітектури в зсувонебезпечній зоні у м. Одеса // *Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. Рівне*, 2021. Вип. 39. С. 229-236.
<https://doi.org/10.31713/budres.v0i39.025>.
 14. **Волошин П.** Аналіз впливу природних і техногенних чинників на стійкість пам'яток архітектури історичної частини Львова // *Вісник Львівського університету. Серія географічна. Львів*, 2014. Вип. 47. С. 50-57.
 15. **Демидова О.О., Міліцький К.О.** Існуючі підходи, що регламентують обстеження технічного стану будівель та споруд // *Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. Рівне*, 2024. Вип. 45. С. 323-329.
<http://doi.org/10.31713/budres.v0i45.36>.
 16. **Шатов С.В., Богаченко С.В.** Аналіз методів моніторингу технічного стану будівельних конструкцій та законодавчих і нормативних документів // *Український журнал будівництва та архітектури. Дніпро*, 2023. №6 (018). С. 136-142.
<http://doi.org/10.30838/BPSACEA.2312.261223/136.1016>.
 17. **Мажейко О.Й.** Моніторинг технічного стану несучих конструкцій будівель і споруджень // *Наукові записки. Кіровоград*, 2010. Вип. 10, част. 3. С. 222-228.
 18. **ДСТУ-Н Б В.1.2-17:2016.** Настанова щодо науково-технічного моніторингу будівель і споруд. [Чинний від 2017-04-01]. Київ, ДП „УкрНДНЦ”, 2017. 38 с. (*Національний стандарт України*).
 19. **ДСТУ 9273:2024.** Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінювання їхнього технічного стану. Механічний опір та стійкість. [Чинний від 2024-09-01]. Київ, ДП „УкрНДНЦ”, 2024. 73 с. (*Національний стандарт України*).
 20. **ДСТУ-Н Б В.1.2-18:2016.** Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану. [Втратив чинність 2024-09-01]. Київ, ДП „УкрНДНЦ”, 2017. 44 с. (*Національний стандарт України*).
 21. **ДБН В.1.2-14:2018.** Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд. [Чинний від 2018-08-02]. Київ, Мінбуд

України, 2018. 30 с. (Державні норми України).

22. **Гладишев Д.Г., Гладишев Г.М.** Визначення характеру деформацій будівель і споруд за напрямками та шириною тріщини утворення // *Ресурсоекономі матеріали, конструкції, будівлі та споруди. Рівне, 2024. Вип. 46. С. 171-184.*
<http://doi.org/10.31713/budres.v0i46.20>.
23. **ДБН В.1.2-12:2008.** Система надійності та безпеки в будівництві. Будівництво в умовах ущільненої забудови. Вимоги безпеки. [Чинний від 2009-01-01]. Київ : Мінрегіонбуд України, 2008. 34 с. (Державні норми України).

REFERENCES

1. **DBN V.2.1-10:2018.** Osnovy ta fundamenti budivel ta sporud. Osnovni polozhennia. Kyiv: Ministerstvo rehionalnoho rozvytku, budivnytstva ta zhytlovo-komunalnoho hospodarstva Ukrainy, 2018. 36 s. (in Ukrainian).
2. **DBN V.2.1-10:2009.** Osnovy ta fundamenti sporud. Osnovni polozhennia proektuvannia. Kyiv, Minrehionbud Ukrainy, 2009. 77 s. (in Ukrainian).
3. **Klymenko Ye.V.** (2010). *Tekhnichniy stan budivel i sporud : monohrafiia.* Odesa : ODABA. (in Ukrainian).
4. **Abramov V.M., Kolesnichenko S.V.** (2016). Do pytannia otsinky tekhnichnoho stanu budivelnikh konstrukttsii, budivel i sporud. *Construction of Ukraine*, 4, 2-5. (in Ukrainian).
5. **Babych Ye.M., Karavan V.V., Babych V.Ie.** (2018). *Diahnostyka, pasportyzatsiia ta vidnovlennia budivel i inzhenernykh sporud : pidruchnyk.* Rivne : Volynski oberehy. (in Ukrainian).
6. **Semynoh M.M., Holodnov O.I.** (2009). Diahnos-tyka tekhnichnoho stanu ta vyznachennia zalyshkovoho resursu budivelnikh konstrukttsii. *Roads and bridges*, 11, 285-290. (in Ukrainian).
7. **Vozniuk L.** (2022). *Technical inspection of buildings and structures that ensure the life of people. Improvement of scientific approaches to the development of engineering: collective monograph.* Boston.
<https://doi.org/10.46299/ISG.2022.MONO.TEC.H.4.1.8>.
8. **Mariusz Urbański** (2016). Ocena stanu technicznego zelbetowych silosow zbozowych. *Construction*, 22, 298-306. (in Poland).
<http://doi.org/10.17512/znb.2016.1.30>.
9. **Banaszek, A., Banaszek, S., & Cellmer, A.** (2017). Possibilities of use of UAVS for technical inspection of buildings and constructions. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 95, No. 3, p. 032001).
<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/95/3/032001>.
10. **Hladyshev H.M., Hladyshev D.H., Hladyshev R.D.** (2023). *Vzaiemodiia ostoviv budivel ta yikhnikh osnov v mezhakh ushchilnenoi zabudovy Lvova : monohrafiia.* Lviv : Norma. (in Ukrainian).
11. **Kostyra N., Bakulina N.** (2023). Osoblyvosti tekhnichnoho obstezhennia ob'ektiv prylehlykh do isnuiochoi zabudovy. *Building structures*, 12, 105-114. (in Ukrainian).
<http://doi.org/10.32347/2522-4182.12.2023.105-114>.
12. **Ishchenko Yu.I., Melashenko Yu.B., Ben I.V., Sliusarenko Yu.S., Yakovenko M.S.** (2020). Heotekhnichniy monitorynh v umovakh ushchilnenoi miskoi zabudovy. *Science and construction*, 25(3), 13-25. (in Ukrainian).
<https://doi.org/10.33644/scienceandconstruction.v25i3.2>.
13. **Dorofiev V.S., Pushkar N.V.** (2021). Tekhnichniy stan pamiatky arkhitektury v zsuovonebezpechnii zoni u m. Odesa. *Resource-saving materials, constructions, buildings and structures*, 39, 229-236. (in Ukrainian).
<http://doi.org/10.31713/budres.v0i39.025>.
14. **Voloshyn P.** (2014). Analiz vplyvu pryrodnykh i tekhnohennykh chynnykiv na stiikist pamiatok arkhitektury istorychnoi chastyny Lvova. *Bulletin of Lviv University. The series is geographical*, 47, 50-57.
15. **Demydova O.O., Militskyi K.O.** (2024). Isnuiochi pidkhody, shcho rehlamentuiut obstezhennia tekhnichnoho stanu budivel ta sporud. *Resource-saving materials, constructions, buildings and structures*, 45, 323-329. (in Ukrainian).
<http://doi.org/10.31713/budres.v0i45.36>.
16. **Shatov S.V., Bohachenko S.V.** (2023). Analiz metodiv monitorynhu tekhnichnoho stanu budivelnikh konstrukttsii ta zakonodavchykh i normatyvnykh dokumentiv. *Ukrainian Journal of Construction and Architecture*, 6 (018). 136-142. (in Ukrainian).
<http://doi.org/10.30838/BPSACEA.2312.261223/136.1016>.
17. **Mazheiko O.I.** (2010). Monitorynh tekhnichnoho stanu nesuchykh konstrukttsii

- будивел i sporudzen. *Proceedings*, 10, p. 3. 222-228. (in Ukrainian).
18. **DSTU-N B V.1.2-17:2016.** Nastanova shchodo naukovo-tekhnichnoho monitorynhu budivel i sporud. Kyiv: DP „UkrNDNTs”, 2017. 38 s. (in Ukrainian).
 19. **DSTU 9273:2024.** Nastanova shchodo obstezhennia budivel i sporud dlia vyznachennia ta otsiniuvannia yikhnoho tekhnichnoho stanu. Mekhanichniy opir ta stiikist. Kyiv: DP „UkrNDNTs”, 2024. 73 s. (in Ukrainian).
 20. **DSTU-N B V.1.2-18:2016.** Nastanova shchodo obstezhennia budivel i sporud dlia vyznachennia ta otsinky yikh tekhnichnoho stanu. Kyiv: DP „UkrNDNTs”, 2017. 44 s. (in Ukrainian).
 21. **DBN V.1.2-14:2018.** Systema zabezpechennia nadiinosti ta bezpeky budivelnikh ob'ektiv. Zahalni pryntsypy zabezpechennia nadiinosti ta konstruktyvnoi bezpeky budivel i sporud. Kyiv, Minbud Ukrainy, 2018. 30 s. (in Ukrainian).
 22. **Hladyshev D.H., Hladyshev H.M.** (2024). Vyznachennia kharakteru deformatsii budivel i sporud za napriamamy ta shyrynoi trishchynno utvorennia. *Resource-saving materials, constructions, buildings and structures*, 46, 171-184. (in Ukrainian).
<http://doi.org/10.31713/budres.v0i46.20>.
 23. **DBN V.1.2-12:2008.** Systema nadiinosti ta bezpeky v budivnytstvi. Budivnytstvo v umovakh ushchilненоi zabudovy. Vymohy bezpeky. Kyiv, Minrehionbud Ukrainy, 2008. 34 s. (in Ukrainian).
 - 24.

APPROACHES TO THE ASSESSMENT OF DEFORMATIONS OF EXISTING BUILDINGS OF DENSE CONSTRUCTION BASED ON THE RESULTS OF SURVEYS OF THEIR FACADES

Hennadii HLADYSHEV,
Dmytro HLADYSHEV

Summary. The proposed method of anticipatory integral assessment of the technical condition of brick buildings to fix the deformation of their skeletons in the complex engineering and geological conditions of the old compacted

building, both before the start of new construction on a fixed site, and during its implementation with a possible negative impact on the already formed building.

Two separate examples on two different objects are considered. In these examples, the authors tried to prove the logic of the approach from the relative vertical subsidence of the elements of building facades to the determination of their rolls and bends in their planes to assess the spatial deformations of building frameworks from the nature of the distribution of cracks on their facade walls.

In the first given example, when the authors conducted a detailed survey of the existing building, the engineering-geodetic method of measurements was applied, which made it possible to determine the actual spatial deformations of the building compatible with the foundation. The proposed approach to determining the bends and tilt directions of the facade walls of the building frame based on the values of the relative vertical movements of the facade elements recorded during the survey. The obtained components of wall deformations and their movements provide an integral direction of reducing the actual spatial rigidity of the building.

In the second example, also during a detailed survey, the authors fixed the picture of the formation of cracks on the facades of the existing building and measured their width. In this case, the nature of the deformation of the facade of the building by transverse force under the influence of expansion forces and hanging between the walls of already existing buildings, between which the building under investigation is embedded, as an insert, became a priority.

The proposed method can be recommended for use at the beginning of the survey of individual buildings or groups of adjacent buildings due to the fact that researchers are primarily interested in the integral state of deformation of the skeletons of these buildings. If the building is in the 3rd category of technical condition (not suitable for normal operation) according to the actual deformed state, then the technical condition of other elements of its constructions is secondary for the initial analysis.

Key words. Inspection, technical condition, compacted structure, crack, deformation.

Стаття надійшла до редакції 15.12.2024