

УДК 624.048

к.т.н. Сьомчина М.В.,
masha.syom@gmail.com , ORCID: 0000-0002-3034-8951 ,
к.т.н., доцент Шкода В.В.,
pp.krozis@gmail.com , ORCID: 0000-0001-8660-1496 ,
Шкода А.В.,
andryxazap@gmail.com , ORCID: 0000-0002-6112-6729 ,
Запорізька державна інженерна академія

ОСОБЛИВОСТІ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ЦЕГЛЯНИХ БУДІВЕЛЬ, ЗВЕДЕНИХ НА ПРОСІДАЮЧИХ ГРУНТАХ, ПРИ ЇХ РЕКОНСТРУКЦІЇ

Розглядаються особливості моделювання будівель спільно з ґрунтовими основами при можливих просідаючих явищах. Приведені результати досліджень впливу деформованої схеми будівлі, експлуатованої в умовах нерівномірних деформацій ґрунтових основ, на НДС її конструкцій при проведенні реконструкції.

Ключові слова: розрахункова модель, напружено-деформований стан, просадка, деформації ґрунту, реконструкція

Постановка проблеми. При експлуатації будівель і споруд в складних інженерно-геологічних умовах практично завжди виникають нерівномірні деформації їх ґрунтових основ, наслідком яких стають деформації самих будівель. Дослідження показують, що більшість будівельних об'єктів, які зведені в таких умовах знаходяться в деформованому стані.

Більшість будівель, побудованих в 70-х роках, які планується реконструювати, вже знаходяться в певному деформованому стані. При проведенні реконструкції такий деформований стан будівель, який можна вважати попереднім, впливає на їх поведінку і змінює напружено-деформований стан (НДС) окремих конструктивних елементів і будівлі в цілому. Отже, виникає необхідність його обліку при розрахунках.

Аналіз проведених досліджень. Рішенню проблем, пов'язаних з моделюванням зовнішніх впливів на будівлі і споруди, обліком їх взаємодії з ґрунтовими основами, прогнозування їх поведінки при можливих просідаючих явищах присвячений ряд досліджень А. С. Городецького, С. Н. Клепікова, А. В. Перельмутера, В. А. Банаха та інших [1...4].

Метою цього дослідження є аналіз чинників, які впливають на параметри НДС конструктивних елементів будівель, що реконструюються, при обліку в розрахункових моделях їх початкових деформацій.

Методика розрахунку будівель на дію просадки дозволяє досліджувати НДС конструкцій будівлі спільно з просідаючою основою по тривимірній розрахунковій моделі.

Матеріали дослідження. В якості одного з об'єктів досліджень був обраний п'ятиповерховий цегляний житловий будинок масової серії забудови 1-438, в якому передбачалося проведення реконструкції за таким варіантом.

На відстані до 3 м від зовнішніх подовжніх стін існуючого контуру планується влаштування нових прибудов із стінами різної конфігурації на основі схеми зі змішаним кроком поперечних несучих стін без передачі навантаження від перекриттів на існуючу будівлю.

Конструктивна система існуючого житлового будинку – безкаркасна, з подовжніми несучими стінами. Конструктивна схема прибудов – безкаркасна, з поперечними несучими стінами.

Спочатку було проведено обстеження і виконані геометричні обміри висот поверхів, встановлювалися розміри отворів, перерізів конструкцій і т.п. Товщина зовнішніх стін склала 0,51 м, а внутрішніх несучих стін – 0,38 м. Встановлювався вік цегляної кладки і визначалися її фактичні міцнісні характеристики. За результатами обстеження будівлі визначені додаткові деформаційні дії за період експлуатації (існуючий крен, перекоси, дефекти).

Схематичне зображення плану поверху житлового будинку серії 1-438 з урахуванням планованої реконструкції показано на рис. 1.

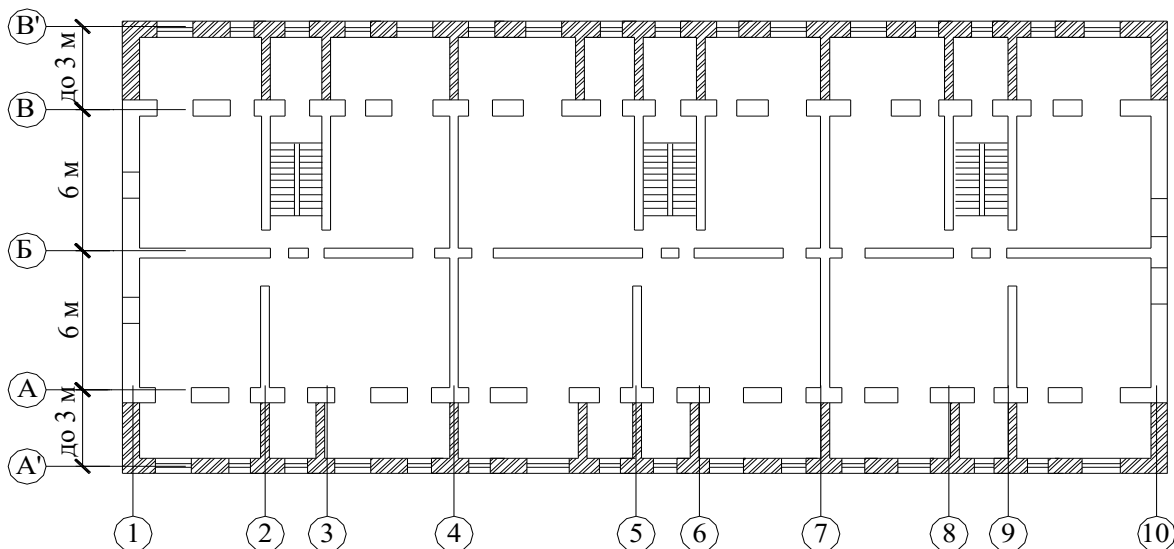


Рис. 1. Схематичне зображення плану поверху житлового будинку серії 1-438 з урахуванням планованої реконструкції

Розрахунок виконувався в 3 етапи. На першому етапі розрахунок проводився без урахування планованої реконструкції. При побудові розрахункової моделі усі конструкції приймалися в їх проектному положенні.

Розрахунки виконувалися з використанням програмного комплексу LIRA Windows версії 9.4 (ліцензія НІІАСС № 1Д/549 для ЗДІА № 9у037014) [5].

Розрахункова модель системи «будівля – основа» представлена на рис. 2.

Розрахункова схема будівлі включає моделювання подовжніх і поперечних стін, а також стрічкових фундаментів у вигляді пластинчатих елементів, моделювання залізобетонних плит перекриття і покриття у вигляді стержневих елементів. Основа моделювалася об'ємними кінцевими елементами, які пошарово моделюють масив ґрунту на розвідану товщу. Досліджувався НДС конструкцій будівлі при дії навантажень, регламентованих нормативним документом [6].

За результатами розрахунку визначалися розрахункові поєднання зусиль і головні напруження в несучих конструкціях, а також вертикальні і горизонтальні переміщення будівлі.

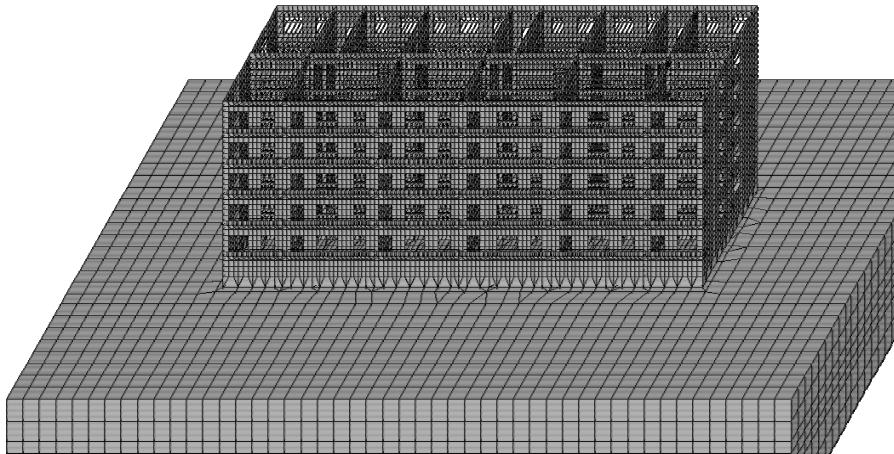


Рис. 2. Розрахункова модель системи «будівля – основа»

За період довготривалої експлуатації в складних інженерно-геологічних умовах будівля отримала нерівномірні осідання, які стали причиною зміни висотного положення несучих конструкцій, їх крену, нерівномірних осідань опорних ділянок, наявності дефектів у вигляді тріщин, сколів.

За результатами проведених робіт по обстеженню технічного стану житлової 5-типоверхової будівлі, визначені фактичні висотні положення будівельних конструкцій для отримання дійсного НДС, які використовувалися для подальших розрахунків за оцінкою можливості і наслідків планованої реконструкції. Було виконано коригування розрахункової моделі за результатами виконаної зйомки висотних відміток по цоколю будівлі.

За отриманою інформацією, у будівлі в 2007-му році під приміщеннями підвалу 1-го під'їзду був зафіксований витік води з мереж каналізації. За даними виконаного нівелювання цоколя будівлі лівий кут, розташований по осі

1 і ряду В отримав осідання 31 мм відносно кута по осі 10 того ж ряду.

На другому етапі виконувався розрахунок моделі будівлі з урахуванням деформацій і дефектів, які були визначені в результаті обстеження (рис. 3), для визначення можливості реконструкції і необхідності посилення конструктивних елементів.

Для цегляної будівлі моделювалися нерівномірні деформації основи у вигляді локальної зони замочування, і за результатами розрахунків спеціальною функцією заміни напружень і деформацій еквівалентними навантаженнями програмного комплексу LIRA Windows коригувалася розрахункова модель будівлі з метою отримання її деформованого стану.

Моделювалося замочування просідаючих ґрунтів основи з розташуванням просідаючої воронки під приміщеннями підвалу 1-го під'їзду. Розташування області замочування визначене за отриманою інформацією по експлуатації будівлі. Відхилення переміщень будівлі, отриманих в результаті розрахунку будівлі в порівнянні з результатами обстеження склали 13,4%.

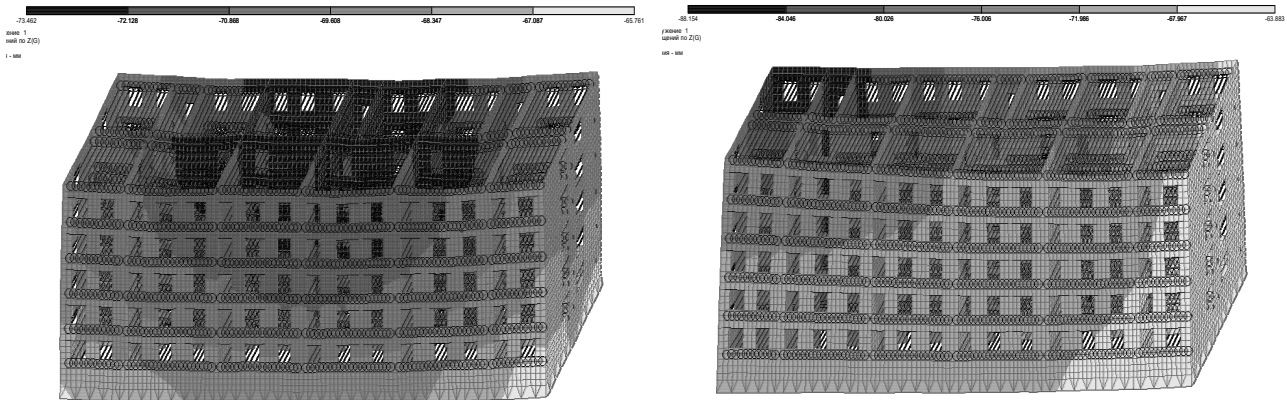


Рис. 3. Ізополя вертикальних переміщень системи «будівля – основа» в проектному положенні і за результатами обстеження

Результатом виконання перших 2-х етапів розрахунку було зіставлення параметрів НДС будівлі для кількісної і якісної оцінки впливу на них деформованої схеми (рис. 4...5).

Зміни вертикальних переміщень по довжині будівлі приведені для зовнішньої стіни по осі В на рис. 4.

Результати зіставлення параметрів НДС, зокрема переміщень вузлів розрахункової моделі і напружень в несучих стінах, показали, що облік попередніх деформацій при розрахунках експлуатованої будівлі в даному прикладі призводить до збільшення вертикальних переміщень на 5,4...21,2%, горизонтальних переміщень на 51...90%, головних розтягуючих напружень – на 13,3...26,7%, головних стискаючих – на 4...9,6%.

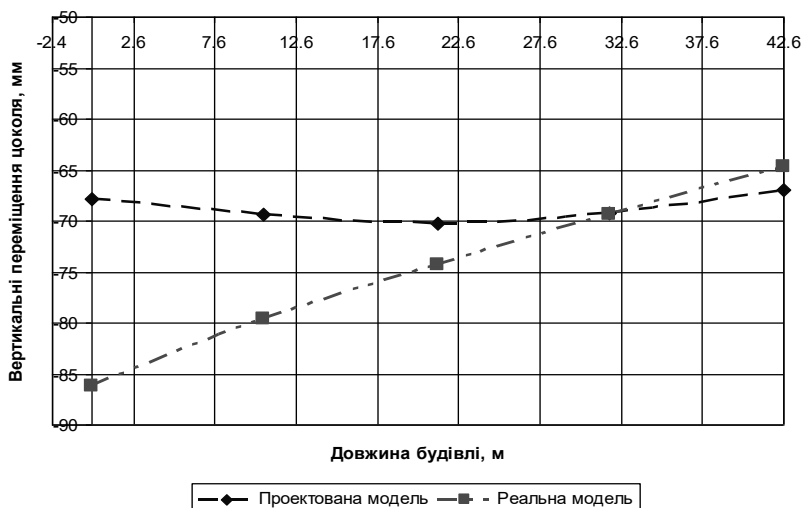


Рис. 4. Зміни вертикальних переміщень цоколя будівлі по його довжині

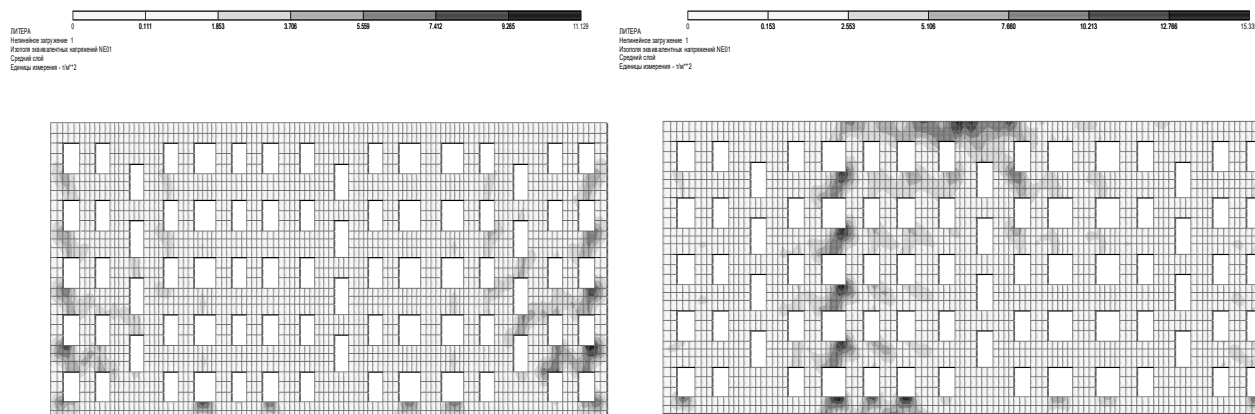


Рис. 5. Ізополя головних розтягуючих напружень в зовнішній стіні при проектному положенні і за результатами обстежень

За результатами розрахунків виникає тенденція до збільшення переміщень і напружень в несучих стінах при обліку попередніх деформацій. Ця обставина особливо важлива для експлуатованих будівель, які піддалися дії нерівномірних осідань основи, коли накопичені в процесі експлуатації деформації близькі до граничних. Отриманий НДС був прийнятий для подальших розрахунків.

На третьому етапі виконувався розрахунок деформованої моделі будівлі з урахуванням заходів планованої реконструкції. Реконструкція житлової будівлі пов'язана зі збільшенням житлової площі приміщень квартир, що реалізується за рахунок нових прибудов по усій довжині будівлі, а також пробивки і розширення віконних і дверних прорізів в зовнішніх і внутрішніх стінах.

Наявність таких чинників вимагає виконання перевірочних розрахунків міцності несучих стін експлуатованої будівлі, а також міцності елементів посилення пробиваних і розширюваних прорізів з урахуванням передбачуваної реконструкції.

В результаті аналізу отриманих величин переміщень і напружень в стінах зроблений висновок, що після реконструкції головні стискуючі і розтягуючі напруження в несучих стінах зменшать свої значення: стискаючі на 10,3...38,3%, розтягуючі на 4,2...48,2%. Вертикальні переміщення збільшаться на 6,5%.

Зіставляючи отримані значення максимальних напружень і переміщень з їх граничними значеннями [7], [8], можна зробити висновок що несуча здатність усіх елементів конструктивної системи після проведення реконструкції буде забезпечена.

Висновки. За результатами виконаних досліджень моделей будівель з урахуванням проектної і деформованої схем можна зробити наступні висновки:

1. Більшість цегляних будівель, побудованих в 70-х роках по масових серіях, за період своєї експлуатації під впливом різних зовнішніх чинників (зокрема дії просадки) отримали певний деформований стан, який можна вважати попереднім.

2. Попередній деформований стан будівель впливає на їх поведінку і змінює НДС окремих конструктивних елементів і будівлі в цілому.

3. При плануванні реконструкції цегляних будівель, які експлуатуються в складних ґрунтових умовах, необхідно проводити розрахунки за оцінкою можливості реконструкції.

4. У разі наявності попередніх деформацій експлуатованих будівель як наслідків нерівномірних деформацій ґрунтових основ необхідно враховувати деформовану схему в розрахункових моделях.

5. Результати проведених досліджень за оцінкою параметрів НДС 5-ти поверхової цегляної будівлі показали, що облік попередніх деформацій при розрахунках експлуатованої будівлі в цьому прикладі призводить до збільшення вертикальних переміщень на 5,4...21,2%, горизонтальних переміщень на 51...90%, головних розтягуючих напружень – на 13,3...26,7%, головних стискуючих – на 4...9,6%.

Список використаних джерел

1. Городецкий А. С. Компьютерные модели конструкций / А. С. Городецкий, И. Д. Евзеров. – К.: Факт, 2005. – 344 с.
2. Клепиков С. Н. Расчет зданий и сооружений на просадочных грунтах / Клепиков С. Н., Трегуб А. С., Матвеев И. В. – К.: Будівельник, 1987. – 200 с.
3. Перельмутер А. В. Расчетные модели сооружений и возможность их анализа / А. В. Перельмутер, В. И. Сливкер. – М.: Издательство ДМК Пресс, 2007. – 595 с.
4. Банах В.А. Использование результатов обследования существующих зданий для формирования и корректировки их расчетных моделей // Коммунальное хозяйство городов : наук.-техн. сб. – 2007. – № 76. – С. 101-106.
5. ЛИРА 9.4. Руководство пользователя / [Е. Б. Стрелец-Стрелецкий, В. Е. Боговис, Ю. В. Гензерский и др.; под ред. А. С. Городецкого. – К. : Факт, 2008. – 164 с.

6. Навантаження і впливи : ДБН В.1.2-2:2006. – [Чинний від 2007-01-01]. – Офіц. вид. – К.: Мінбуд України, 2006. – 60 с.
7. Кам'яні та армокам'яні конструкції. Основні положення : ДБН В.2.6-162:2010. – [Чинний від 2011-09-01]. – Офіц. вид. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 98 с.
8. Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування : ДБН В.2.1-10-2009. – [Чинний від 2009-07-01]. – Офіц. вид. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 79 с.

к.т.н. Сёмчина М.В., к.т.н., доцент Шкода В.В., магистр Шкода А. В.,
Запорожская государственная инженерная академия

ОСОБЕННОСТИ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ КИРПИЧНЫХ ЗДАНИЙ, ВОЗВЕДЕННЫХ НА ПРОСАДОЧНЫХ ГРУНТАХ

Рассматриваются особенности моделирования зданий совместно с грунтовыми основами при возможных просадочных явлениях. Приведены результаты исследований влияния деформированной схемы здания, эксплуатируемого в условиях неравномерных деформаций грунтовых оснований, на НДС его конструкций при проведении реконструкции.

Ключевые слова: расчетная модель, напряженно-деформированное состояние, просадка, деформации грунта, реконструкция

c.t.s. Syomchina M., c.t.s., as.prof. Shkoda V., mas. Shkoda A.,
Zaporizhzhia State Engineering Academy

FEATURES OF THE STRESS-DEFORMED CONDITION AT THE RECONSTRUCTION OF BRICK BUILDINGS ERECTED ON SUBSIDED GROUNDS

The features of design of building are examined jointly with the ground bases at the possible subsidence soil deformation. Results over of researches of influence of the deformed chart of building on-the-road in the conditions of uneven deformations of the ground grounds are brought, on tense-deformed state of their constructions during realization of reconstruction.

Keywords: calculation model, tense-deformed state, subsidence soil, deformations of soil, reconstruction