

УДК 624.048: 624.073

к.т.н., професор Банах В.А.,  
Гребенюк О.В., Фостащенко О.М.,  
Запорізька державна інженерна академія

## **УРАХУВАННЯ ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ПЛИТ ПЕРЕКРИТІВ, БАЛКОНІВ ТА ЛОДЖІЙ ПРИ МОДЕЛЮВАННІ ТА РОЗРАХУНКАХ БУДІВЕЛЬ У СКЛАДНИХ ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНИХ УМОВАХ**

Вивчені та проаналізовані розрахункові моделі конструкцій плит перекриттів, балконів та лоджій. Обґрутовано необхідність врахування у розрахункових моделях конструкцій деформованого стану будівель. Кількісно оцінений вплив на напружено-деформований стан конструкцій деформацій будівлі. Підтверджено важливість урахування в розрахункових моделях деформованого стану будівель, які експлуатуються в складних інженерно-геологічних умовах, при їх розрахунках.

*Ключові слова:* збірні конструкції, будинки типових серій, деформований стан будівлі, розрахункові моделі, напружено-деформований стан конструкцій, складні інженерно-геологічні умови

**Актуальність проблеми.** Велика кількість будівель і споруд, які експлуатуються протягом тривалого часу в регіонах зі складними інженерно-геологічними умовами, мають деформації, які викликані осіданням ґрунтovих основ. Однією з проблем розрахунків таких будівель є врахування їх попередніх деформацій від нерівномірних деформацій ґрунтових основ, які призводять до зміни висотного положення несучих конструкцій, осідання їх опорних частин тощо.

Враховуючи суттєвий вплив нерівномірних деформацій ґрунтових основ на напружено-деформований стан несучих конструкцій будівель, а також необхідність перевірочних розрахунків при їх обстеженні для визначення експлуатаційного ресурсу, особливої актуальності набувають рекомендації щодо формування розрахункових моделей окремих конструкцій та будівлі в цілому, а також методика врахування попередніх деформацій будівель, якщо це буде визнано доцільним.

**Метою дослідження** є кількісна оцінка впливу деформацій будівлі на напружено-деформований стан збірних конструкцій плит перекриттів, балконів та лоджій для виявлення найбільш адекватних розрахункових моделей, а також перевірка необхідності врахування деформованої схеми конструкцій при їх розрахунках у разі нерівномірних осідань ґрунтових основ у регіонах з складними інженерно-геологічними умовами.

**Матеріали дослідження.** Дослідження виконані у вигляді чисельних експериментів. За об'єкт досліджень прийняті розрахункові моделі типових збірних залізобетонних багатопустотних плит перекриттів (марки П 60-10а типової серії 1.141-1), а також плит балконів та лоджій. Будівля в процесі експлуатації отримала нерівномірні осідання, викликані просіданням ґрунтів основи.

Оскільки граничний розмір перекосу для плит прогоном 6,0 м відповідно до [1] складає 24 мм (відносна різниця осідань  $(\Delta S/l)_u = 24 / 6000 = 0,004$  для будівлі поліклініки заввишки 3 поверхі, де було проведено обстеження), моделювалося послідовне зміщення однієї з опор з частковим защемленням на іншій опорі шарнірно обпертої плити. Епюри внутрішніх зусиль в балочній моделі багатопустотної плити перекриття наведені на рис. 1.

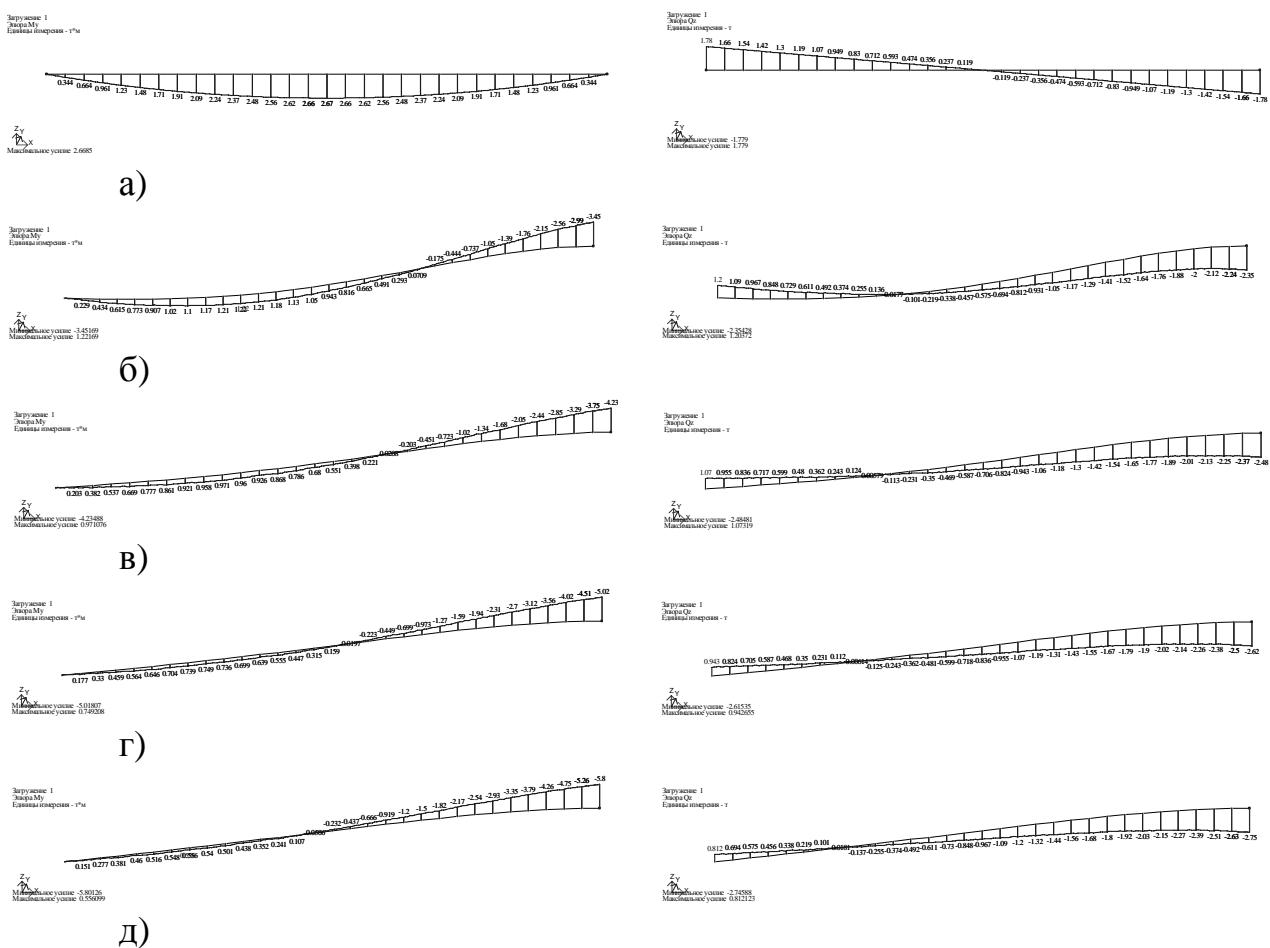
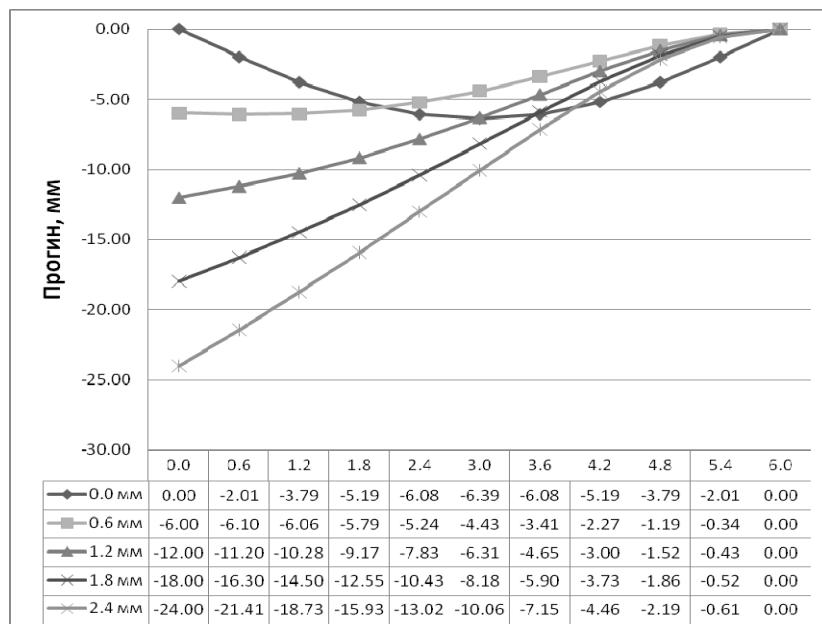


Рис. 1. Епюри внутрішніх зусиль в балочній моделі багатопустотної плити при вимушеному зміщенні однієї опори: а) проектне положення; б) осідання опори 6 мм; в) осідання опори 12 мм; г) осідання опори 18 мм; д) осідання опори 24 мм

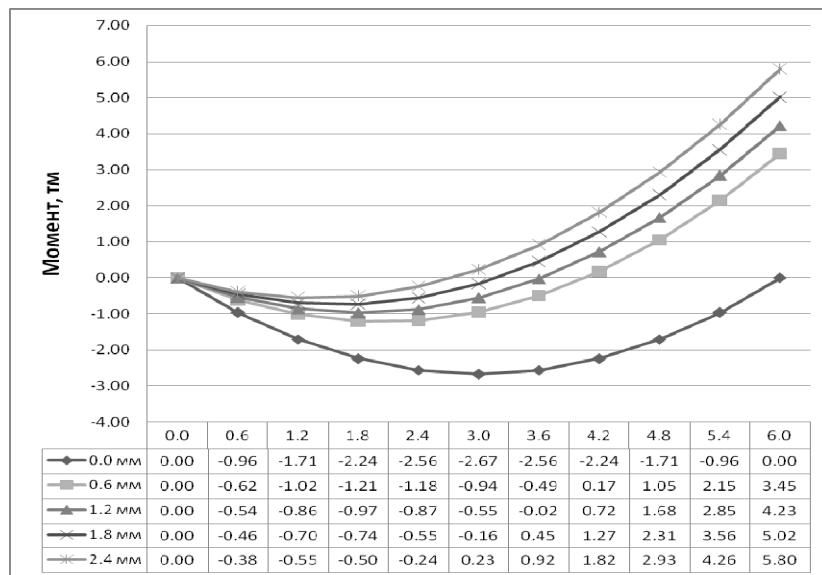
Плита шарнірно спирається на зовнішні та внутрішні несучі стіни. Закріплення – шарнірне, за лінійними ступенями свободи вузлів. Завантаження

– постійним навантаженням (власна вага та вага конструкції підлоги) та тимчасовим корисним навантаженням на перекриття.

Розрахунки виконані за допомогою програмного комплексу «ЛІРА-Windows» версії 9.4 (ліцензія ДНДІАСБ № 1Д/549 для ЗДІА № 9Y037014) [2-4]. В результаті серії розрахунків були отримані параметри напружено-деформованого стану плити перекриття для всіх варіантів зміщення опори. Оцінювалися прогин плити та момент, що згибає (рис. 2).



а)



б)

Рис. 2 – Залежність прогинів (а) та моментів, що згибають (б), збірної залізобетонної багатопустотної плити перекриття від осідання однієї опори та часткового защемлення іншої

Результати дослідження показали, що при такому впливі на типову конструкцію нерівномірних осадок будівлі в неї виникає нехарактерний

напружений стан, коли опорний переріз вигинається і в ньому виникають опорні моменти. Такий характер роботи призводить до утворення тріщин та їх розкриття понад встановлені нормами розміри у верхній зоні приопорної дільниці плити.

Таким чином, при можливості виникнення нерівномірних деформацій будівель з типовими збірними конструкціями слід враховувати прогнозовані зміщення їх опор, перекоси та крени. Величини цих прогнозованих деформацій можна приймати по граничних величинах, наведених у нормативних документах, за умов досягнення яких окрема конструкція і будівля в цілому не набувають стану непридатності до нормальної експлуатації.

Для вивчення питання впливу аналогічних умов на роботу плит балконів та лоджій розглянемо плиту, обперту по трьох сторонах. При цьому зміщення опори буде моделюватися по коротшій стороні у межах, дозволених нормами [1]. Оскільки граничний розмір перекосу для плити лоджії 1,2 м відповідно до [1] складає 4,8 мм (відносна різниця осідань  $(\Delta S/l)_u = 4,8 / 1200 = 0,004$  для тієї ж будівлі), моделювалося послідовне зміщення однієї з опор обпертої по трьох сторонах плити. Розподіл прогинів плити, моментів, що згинають, та перерізуючих сил у проектному положенні та при зміщенні опори наведені на рис. 3. Аналіз результатів розрахунку показав, що при зміщенні опори плити лоджії на допустиму нормами величину змінюється характер роботи плити, яка вся починає працювати на вигин, а внутрішні зусилля зростають у кілька разів. При цьому необхідно контролювати не тільки деформаційні характеристики, а й міцнісні, оскільки руйнування перерізів буде ініційовано граничними напруженнями, які виникають при деформації будівлі.

Моделювання на основі методу кінцевих елементів деформованого стану конструкцій будівель, які отримали просторові переміщення внаслідок нерівномірних осідань ґрунтової основи, дозволяє дещо спростити вирішення цієї складної проблеми. При цьому можливий як аналіз окремого конструктивного елемента, так і врахування деформованого стану всієї конструктивної системи будівлі.

Аналіз результатів розрахунку моделей збірних конструкцій плит перекриттів, балконів та лоджій типових серій на примусові деформації, що виникають у результаті зміщення їх опорних частин, показав, що при цьому змінюються не тільки значення переміщень і внутрішніх зусиль, а й сам характер роботи конструкцій. Аналіз окремих конструкцій слід проводити у разі, коли зміни у режимі роботи будівлі або її деформації носять локальний характер, а також при наявності критичних дефектів конструкцій.

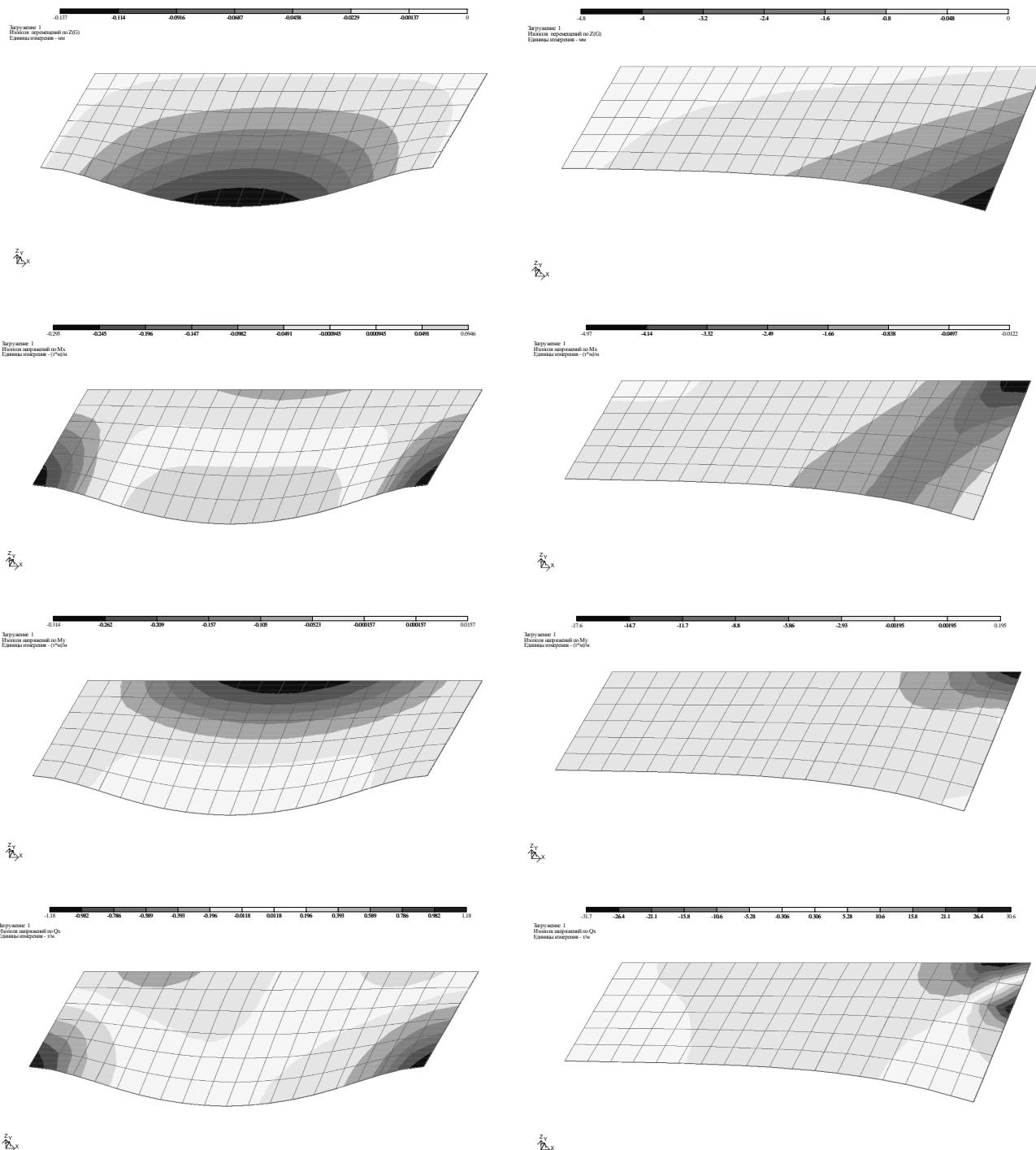


Рис. 3 – Розподіл прогинів, моментів, що згинають, та перерізуючих сил залізобетонної плити лоджії при вимушеному зміщенні однієї короткої сторони опори: а) проектне положення; б) осідання опори 4,8 мм

**Висновки:** Розрахунок збірних конструкцій будівель типових серій, які експлуатуються у складних інженерно-геологічних умовах, повинен виконуватися з урахуванням можливості виникнення нерівномірних деформацій ґрунтових основ і, як наслідок, зміни висотного положення конструкцій.

## Література

1. ДБН В.1.1-5-2000. Будинки і споруди на підроблюваних територіях і просідаючих ґрунтах. Ч. II: Будинки і споруди на просідаючих ґрунтах / Державний комітет будівництва, архітектури та житлової політики України. – К.: Держбуд України, 2000. – 84 с.
2. ПК ЛИРА, версия 9. Программный комплекс для расчета и проектирования конструкций : справочно-теоретическое пособие / [под. ред. А. С. Городецкого]. – К.-М.: «Факт», 2003. – 464 с.
3. Городецкий А. С. Компьютерные модели конструкций / А. С. Городецкий, И. Д. Евзеров. – К.: Издательство «Факт», 2005. – 344 с.
4. Перельмутер А. В. Расчетные модели сооружений и возможность их анализа / А. В. Перельмутер, В. И. Сливкер. – М.: Изд-во ДМК Пресс, 2007. – 595 с.

## Аннотация

Изучены и проанализированы расчетные модели конструкций плит перекрытий, балконов и лоджий. Обоснована необходимость учета в расчетных моделях конструкций деформированного состояния зданий. Количественно оценено влияние на напряженно-деформированное состояние конструкций деформаций здания. Подтверждена важность учета в расчетных моделях деформированного состояния зданий, которые эксплуатируются в сложных инженерно-геологических условиях, при их расчетах.

**Ключевые слова:** сборные конструкции, здания типовых серий, деформированное состояние здания, расчетные модели, напряженно-деформированное состояние конструкций, сложные инженерно-геологические условия

## Annotation

The calculation models of typical structures are studied and analyzed. Necessity of account of the deformed state of buildings, exploiting in the difficult geological conditions, in calculation models is substantiated. Is quantitatively evaluated the correspondence of the results of calculations by experimental data. The necessity of account of the deformed state of buildings, exploiting in the difficult geological conditions, in calculation models, is confirmed.

**Keywords:** precast structures, the building of typical series, deformed state of building, calculation models, stress-strain state of constructions, difficult geological conditions