

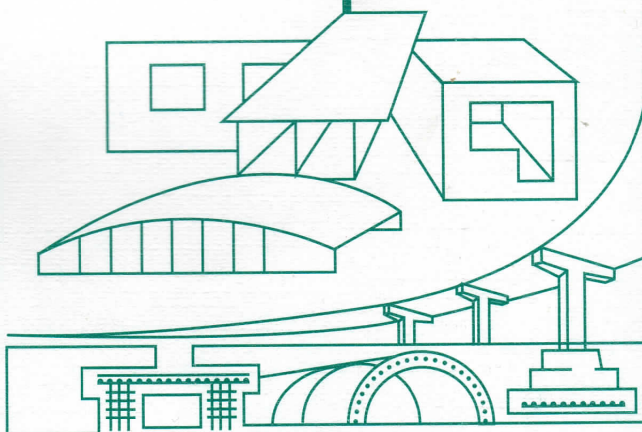
# БУДІВЕЛЬНІ КОНСТРУКЦІЇ

Міжвідомчий  
науково-технічний  
збірник

Будівництво  
в сейсмічних  
районах  
України

Збірник  
наукових праць

**ЗАСНОВАНИЙ  
В 1965 р.**



2015 ВИПУСК 82

ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО  
ДЕРЖАВНИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ  
БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

# БУДІВЕЛЬНІ КОНСТРУКЦІЇ

ВИПУСК 82

Міжвідомчий  
науково-технічний  
збірник

Будівництво  
в сейсмічних  
районах  
України

Київ. ДП НДІБК. 2015

УДК 624.01(082)

ББК 38.1я43

Б 90

Будівельні конструкції: Міжвідомчий науково-технічний збірник наукових праць (будівництво) / Державне підприємство «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. - Вип. 82. - Київ, ДП НДІБК, 2015.

Свідчення про державну реєстрацію: серія КВ № 8159

ISBN 978-617-676-080-1

В збірнику наведено результати досліджень з проблем проектування, будівництва, експлуатації та реконструкції будівель і споруд в сейсмічно небезпечних регіонах.

Розглянуто питання: сейсмо- і мікросейсморайонування територій, що знаходяться під сейсмічним впливом; теорії сейсмостійкості будівель та споруд, методів та результатів їх розрахунків; сейсмічного ризику і сейсмічної небезпеки; коливання ґрунтів, основ та фундаментів; нормативні вимоги до проектування та будівництва будівель та споруд в сейсмічно небезпечних районах України, а також вимоги до відновлення, підсилення і реконструкції будівель та споруд, схильних до впливу землетрусів.

Призначено для наукових і інженерно-технічних працівників, аспірантів, а також працівників проектних організацій та підприємств будівельної галузі.

УДК 624.01(082)

ББК 38.1я43

*Збірник наукових праць рекомендовано до опублікування науково-технічною радою Державного підприємства «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» (протокол від 09.09.2015, №6).*

*Збірник включено до переліку наукових фахових видань, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт (Затверджено постановою президії ВАК України від 08.07.2009 р. № 1-05/3).*

**Редакційна колегія:**

**Головний редактор Кривошеєв П.І., канд. техн. наук, проф.**

Бамбура А.М., д-р техн. наук  
Баращков А.Я., д-р техн. наук, проф.  
Глазкова С.В., канд. техн. наук  
Голішев О.Б., д-р техн. наук, проф.  
Давиденко О.І., д-р техн. наук, проф.  
Зоценко М.Л., д-р техн. наук, проф.  
Калюх Ю.І., д-р техн. наук, проф.  
Клованіч С.Ф., д-р техн. наук, проф.  
Корнієнко М.В., канд. техн. наук, проф.  
Крітов В.О., канд. техн. наук

Матвеев І.В., канд. техн. наук  
Немчинов Ю.І., д-р техн. наук, проф.  
Сенаторов В.М., канд. техн. наук  
Слюсаренко Ю.С., канд. техн. наук  
Тарасюк В.Г., канд. техн. наук  
Фаренюк Г.Г., д-р техн. наук  
Хавкін О.К., канд. техн. наук  
Шейніч Л.О., д-р техн. наук, проф.  
Шокарев В.С., канд. техн. наук

Адреса редколегії: 03037, Київ, вул. Преображенська, 5/2, ДП НДІБК

Телефони: 249-37-01, 249-37-03, Факс: 248-89-09, e-mail: adm-inst@ndibk.kiev.ua

ISBN 978-617-676-080-1

© Державне підприємство «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій», 2015

## НАУКОВИЙ СУПРОВІД ОБ'ЄКТУ НЕЗАВЕРШЕНОГО БУДІВНИЦТВА З НЕСУЧИМИ СТІНАМИ НА ГРАНИЧНІ СЕЙСМІЧНІ НАВАНТАЖЕННЯ В М.ОДЕСА

Барабаш М.С.  
ТОВ «ЛІРА САПР

Максименко В.П., Башинський Я.  
НДІ будівельного виробництва  
м. Київ, Україна

**АНОТАЦІЯ:** Наведено результати оцінки несучої здатності будинку з несучими стінами при граничних сейсмічних навантаженнях з урахуванням нелінійної роботи залізобетону.

**АННОТАЦИЯ:** Приведены результаты оценки несущей способности дома с несущими стенами при граничных сейсмических воздействиях с учетом нелинейной работы железобетона.

**ABSTRACT:** The paper presents evaluation results for bearing capacity of the building with load-bearing walls in Odessa under ultimate earthquake loads with account of nonlinear behaviour of reinforced concrete.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** граничне сейсмічне навантаження, фундаментна плита, діафрагма.

Для повного та достовірного опису напружено-деформованого стану будь-якої будівлі, необхідно з високою точністю визначити зовнішні впливи та їх характер. Розрахунок висотних будівель на сейсмічні впливи виконується в частотній області лінійно-спектральним методом за окремими формами коливань будівлі. При цьому початковими даними є параметри, які отримані обробкою акселерограм: інтенсивність впливу; спектральний склад впливу (визначається коефіцієнтами динамічності, залежно від періодів коливань будівлі, за відповідними графіками); орієнтацією впливу (є найбільш небезпечною, яка реалізує максимум

динамічної реакції споруди) та рівень ротації впливу.

Проектування житлового будинку з несучими стінами висотністю більше 50 м (+80,7 м - відмітка плити покриття останнього технічного поверху) при 24 наземних поверхах в регіонах з підвищеною сейсмічністю у відповідності з вимогами нового ДБН В.1.1-12-2014 [4] потребує наукового супроводу. Інститутом НДІБВ виконані перевірочні розрахунки конструктивної схеми запроєктованої КП «БУДОВА» Секції-1 житлового комплексу по вул. Люстдорська дорога в м. Одеса на етапі проектування. Розглянемо деякі результати проведених перевірочних розрахунків [7]. Конструктивна схема будинку з несучими стінами товщиною 20 см, 40 см виконаними в тунельній опалубці представлена на рис. 1.

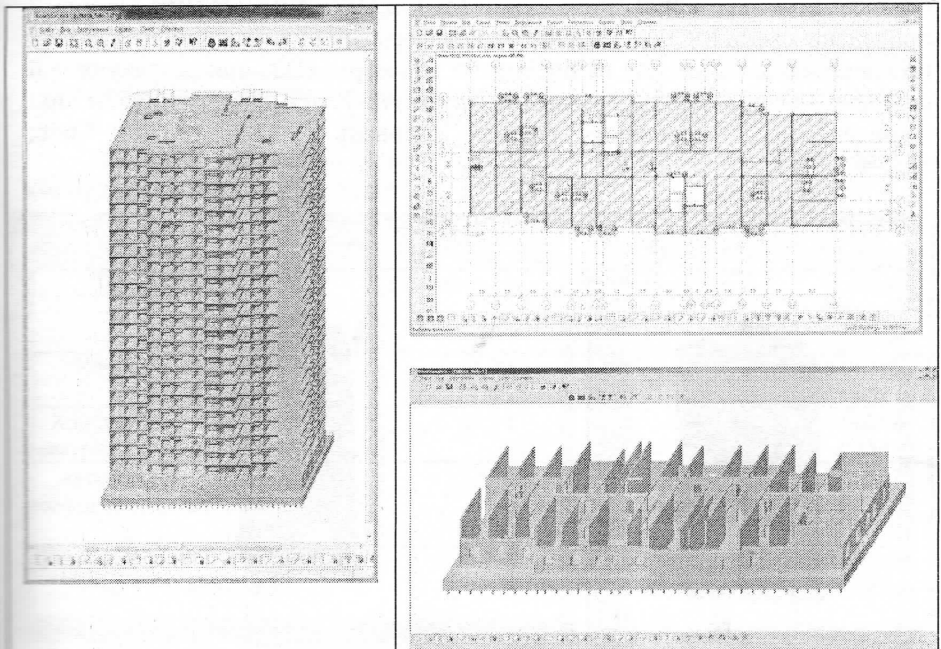


Рис. 1. 3Д схема будинку, підвалу та типового поверху в ПК «Компонувка САПР»

Будівля посаджена на існуючу фундаментну плиту товщиною 1,5 м на вдавлюваних палях з розрахунковою несучою спроможністю 125 тс, плити перекриття товщиною 16 см, висота типового поверху 3,15 м, ( $H_{max} = 80,7\text{ м} + 3,8\text{ м} - \text{підвал} = 84,5\text{ м}$ ). По конструкціях існуючого фундаментного ростверку виконано обстеження матеріалів і отримано позитивний висновок по його технічному стану [6].



Для того щоб коректно виконати розрахунок на сейсмічні впливи та передбачити антисейсмічні заходи необхідні чисельні експерименти і методика аналізу НДС при впливі сейсмічних навантажень.

В програмному комплексі ЛІРА-САПР реалізовані методики, що дозволяють створювати адекватні комп'ютерні моделі і проводити ряд чисельних експериментів на сейсмічні впливи. Реалізовано декілька методів розрахунку на сейсмічні впливи, а саме метод спектрального аналізу та метод розрахунку з урахуванням нелінійності на основі прямого інтегрування [3]. Технологія спектрального методу ґрунтується на застосуванні реальних динамічних характеристик системи «споруда – ґрунт – основа».

Просторова розрахункова схема Секції-1 будинку виконана в ПС «Компоновка» з експортом схеми МСЕ в ПК «ЛІРА САПР». На рис. 2 приведена схема МСЕ та максимальні деформації будинку при розрахунку по спектральному методу на проектний землетрус (ПЗ) при розрахунковій сейсмічності в 7-балів і ґрунтах II категорії:  $X=0.0234\text{м}$ ,  $Y=0.152\text{м}$  при періодах по 3-х основних формах коливань : 3,07с; 2,62с; 1,65с;  $V_{\text{max}}=0,1529\text{ м}$ .

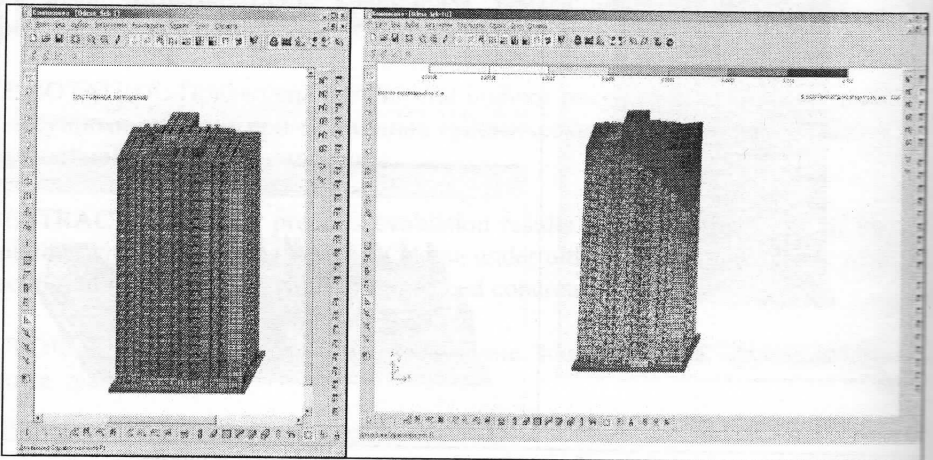


Рис. 2. Розрахункова схема МСЕ Секції-1 та максимальні пружні деформації будівлі по Y

На рис. 3 приведені непружні деформації будинку з врахуванням конструктивної нелінійності залізобетону в ПС «Компоновка САПР»:  $X=0,0345\text{ м}$ ,  $Y=0,214\text{ м}$  при періодах по трьох основних формах коливань: 3,75 с; 3,24 с; 2,04 с; частоти: 0,27; 0,31; 0,49 Гц; процент зібраних мас: 64,7%, 8,6%, 0,1%, ... $K_{\text{форм}}=10$ ,  $\Sigma\text{мас}=92\%$ ;  $V_{\text{max}}=0,238\text{ м}$ .

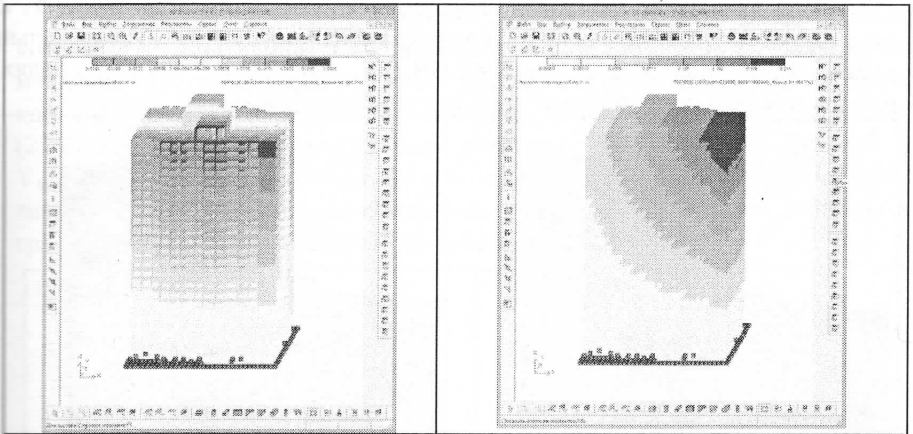


Рис. 3. Ізополя непружних деформацій будівлі по першій формі коливань

В табл. 1 приведені основні результати багатоваріантних розрахунків будинку з несучими стінами.

Таблиця 1

Варіант розрахунку	Максим.переміщ. $V_{max}=1.1\sqrt{(x^2+y^2)}$ [мм]	Реакції в палях $Rz \text{ min, max}$ $Rx, Ry$ [тс]	Максим. перекіс будівлі
Упругий, спектральний метод, $K_{нел}=0.3$	15,29	$Rz : -77,4, -29.3$	0.00181 1\552
Конструктивна нелінійність, спектральним методом, $K_{нел}=0.3$	23,84	$Rz : -108, -39.9$	0.00282 1\354
Акселерограма, $K_{нел}=0.83$ коефіцієнту податливості $\mu=1.21$	32,71	$Rz : -118, -0.494$ $Rx=0.426;$ $Ry=5.79$	0.00387 1\258
Фізично нелінійний розрахунок $\mu=1.21, K_{нел}=0.83$	44,714	$Rz : -82.8, +8.82$ $Rx=0.138;$ $Ry=2.88$	0.00529 1\189

Розрахунок будівлі на максимальний розрахунковий землетрус (МРЗ) по трьохкомпонентних синтезованих акселерограмах: VB8\_29mod виконано по ПК «ЛИРА САПР 2014» з параметрами: кількість точок  $3 \times 16750$ , час дії 167,657 с з врахуванням коефіцієнту податливості залізобетону  $\mu=1,21$  у відповідності додатком Г [4].

Розрахунок будівлі на максимальний розрахунковий землетрус (МРЗ) по трьохкомпонентних синтезованих акселерограмах: VB8\_29mod виконано по ПК «ЛИРА САПР 2014» з параметрами: кількість точок  $3 \times 16750$ , час дії 167.657с з врахуванням коефіцієнту податливості

залізобетону  $\mu=1.21$  у відповідності додатком Г ДБН [4].

При розрахунку врахована податливість пального поля по X, Y, Z та жорсткість ґрунтової основи під фундаментною плитою. Максимальні деформації будівлі:  $X=0.0145\text{м}$ ,  $Y=0.299\text{м}$ ,  $V_{\text{max}}=0.32709\text{м}$ . Реакції в палях, деформації будівлі та фундаментної плити приведені на рис. 4, рис. 5.

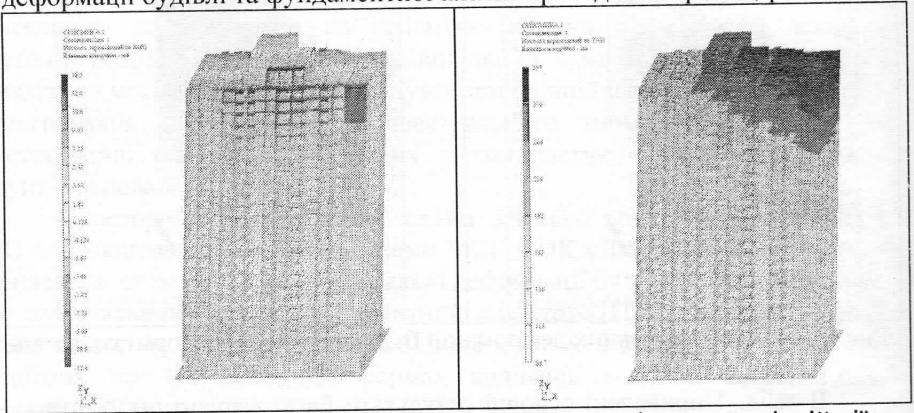


Рис. 4. Ізополя максимальних деформацій будівлі при сейсмічній дії по 3-х компонентній акселерограмі

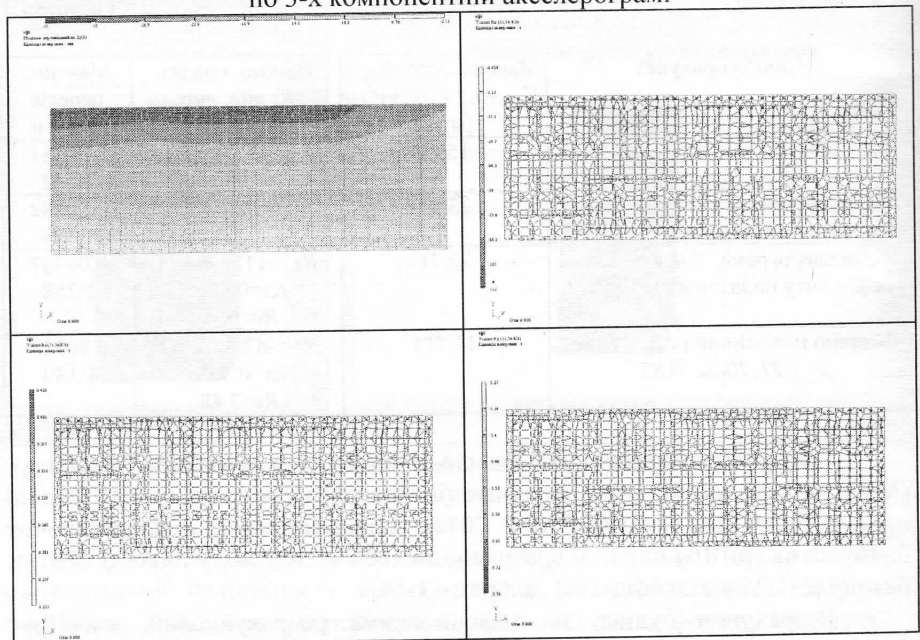


Рис. 5. Деформації фундаментної плити по X, Y, Z та реакції в палях при акселерограмі Vb8\_xyz



На рис. 6 приведені нелінійні деформації будівлі з врахуванням коефіцієнту податливості  $\mu$  та фізично нелінійного розрахунку на максимальні горизонтальні сейсмічні реакції на систему від першої форми коливань (64,7%). Максимальні непружні деформації будівлі становлять (21-й закон для бетону, 11-для арматури):  $X=0,0348$  м,  $Y=0,405$  м,  $V_{\max}=0,44714$  м, перекіс=0,00519 або 1\188, що менше допустимого 0,025, таким чином загальна деформативність будівлі з несучими стінами на граничні сейсмічні навантаження забезпечується.

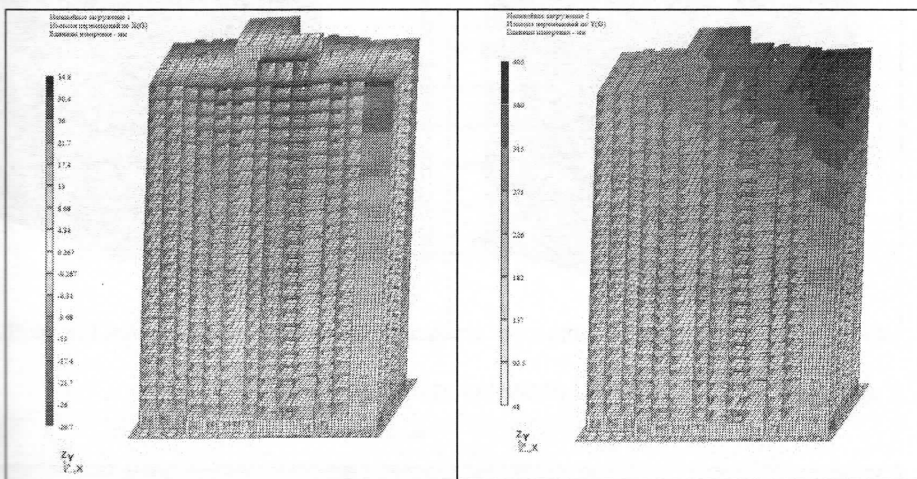


Рис. 6. Деформації будівлі при фізично нелінійному розрахунку ( $K_{\text{нелін}}=0,85$ )

Граничні стискаючі зусилля в палях з врахуванням податливості по  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  не перевищують допустиму розрахункову несучу спроможність при МРЗ. Але в оголовках паль виникають здвигові та розтягуючі зусилля (табл. 1), тому виконується їх перевірка на сприйняття горизонтальних та вертикальних навантажень по ЕСПРИ-2014 ПС «Расчет свай на совместное действие нагрузок» (рис. 9).

Виконана додаткова перевірка несучої спроможності діафрагм при стиковці їх з старим бетоном фундаментної плити по ЕСПРИ-2014 ПС «ДИАФРАГМА» при  $K_{\text{шва бетонування}}=0,5$ , та при підвищенні класу бетону підвального поверху з проектного С20\25 до С30\35 та спеціальній підготовці шва бетонування  $K_{\text{шва бетонування}}=0,7$ , забезпеченні проценту вертикального армування стикового з'єднання не менше 0,5%, та виконанні конструктивних та технічних міроприємств (спеціальна обробка шва бетонування, застосування додаткових спеціальних анкерів (наприк-

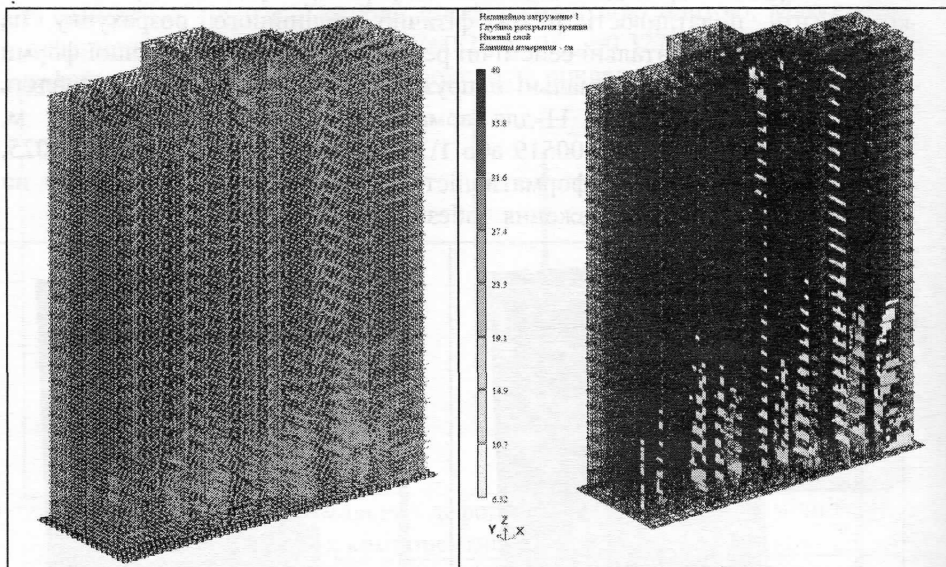


Рис. 7. Картина розвитку тріщин в будівлі при МРЗ

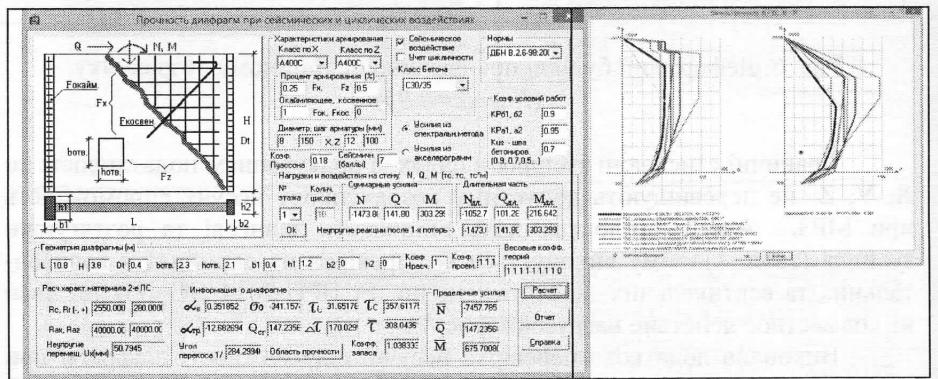


Рис. 8. Несуча спроможність стіни в ПС «ДИАФРАГМА» ЕСПРИ-2014

На рис. 9 та в табл. 2 наведено результати розрахунку палі на сумісну дію навантажень N, Q, M.

Расчет сваи на совместное действие нагрузок

Схема нагрузок на сваю

M 4,6 тс\*м  
 N 95,8 тс  
 Q 2,3 тс  
 L 16 м  
 L<sub>0</sub> 1,5 м

Файл: \_\_\_\_\_  
 Жесткая заделка сваи в ростверк  
 Забивная свая или свая-оболочка  
 Модуль упругости материала сваи, тс/м<sup>2</sup>  
 2,9e+006

Распорное сооружение  
 Особо ответственное  
 1-рядное располож. свай  
 Тип опирания сваи  
 на нескальный грунт  
 на скалу  
 заделка в скалу

Слоев: 10 Слой 3  
 Учет пластических деформаций грунта

Грунты, окружающие сваю супеси пластичные (0 < IL <= 1)  
 Толщина слоя 4,8 м Показатель текучести 0,5

Расчетные характеристики грунта  
 Удельный вес 1,87 тс/м<sup>3</sup>  
 Угол внутреннего трения 22  
 Удельное сцепление 0,08 тс/м<sup>2</sup>

Доля постоянных нагрузок на сваю 50 %  
 Поперечное сечение сваи, м  
 b 0,35  
 h 0,35

e 0,01 м M<sub>0</sub> 50 тс\*м  
 Расчет

Отчет  
 Выход  
 Справка

Рис. 9. Перевірка несучої спроможності паль на сумісну дію навантажень

Таблица 2

L	Приведенная глубина погружения сваи	13,02865
Q <sub>0</sub>	Расчетное значение поперечной силы в сечении сваи, тс	2,3000
U <sub>p</sub>	Расчетное горизонтальное перемещение головы сваи, мм	15,0482
ϕ <sub>p</sub>	Расчетный угол поворота головы сваи, рад*1000	6,32278
Доля постоянных нагрузок в величине горизонтальной нагрузки, %		50,00
M <sub>0</sub>	Предельн. изгиб. момент, с учетом продольной силы, тс*м	50,000
e	Эксцентриситет приложения внешней нагрузки к свае, м	0,0200
Q <sub>0</sub>	Расчетное значение поперечной силы в сечении сваи, тс	2,3000
Z <sub>z</sub>	Расстояние от поверхн. грунта до пластич. шарнира, м	2,8707
F <sub>d</sub>	Несущая способность сваи, тс	14,77499
γ <sub>k</sub>	Коэффициент надежности по несущей способности	1,40

Умову  $N \leq F_d / \gamma_k$  задоволено ( $N = Q_0$ )

## ВИСНОВКИ

Проведені варіантні розрахунки будинку з врахуванням нелінійної роботи конструкцій в ПК «ЛИРА САПР-2014», «Мономах САПР» та ЕСПРИ-2014, дозволяють виконувати оцінку несучої спроможності будівель з врахуванням вимог ДБН В.1.1-12:2014.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Барабаш М. С. Анализ проблем безопасности строительных объектов в районах высокой сейсмичности / Барабаш М.С., Максименко В.П., Филинский Л.В. // Будівельні конструкції: збірник наукових праць. – К.: ДП НДІБК, 2012. – Вип. 76 – С. 222 – 229.
2. Барабаш М.С. Компьютерное моделирование процессов жизненного цикла объектов строительства: монография / Мария Сергеевна Барабаш. – К.: Сталь, 2014. – 301 с.
3. Городецкий А.С. Компьютерные модели конструкций /А.С. Городецкий, И.Д. Евзеров. – К.: ФАКТ, 2007. – 394 с.
4. Будівництво у сейсмічних районах України: ДБН В.1.1 – 14:2014 / науковий керівник Ю.І. Немчинов. - [Чинні від 2014-10-01]. – К.: Мінрегіон України, 2014. - VI, – 110 с. – (Будівельні норми України).
5. Еврокод 8: Проектирование сейсмостойких конструкций. Часть 3 EN 1998-3:2005.
6. Отчет по результатам обследований конструкций с незавершенным строительством зданий, расположенных по адресу: Люстдорфская дорога, 90 в г. Одессе / Академія будівництва України. Центр НТТМ по архітектурі і будівництва. - Одеса, 2013.
7. Просторовий перевірочний розрахунок каркасу незавершеного будівництва житлового комплексу як конструктивної системи «каркас – фундаменти - основа» на сейсмічні навантаження в рамках науково-технічного супроводу на етапі проектування за адресою: вул. Люстдорська, 90 м. Одеса: НТ Звіт по науково-технічній роботі. - К.: НДІБВ, Київ, 2014. - 119с.

## REFERENCES

1. Barabash M. An analysis problems of safety building objects is in the districts of high earthquake loads / Barabash M., Maksymenko V., Filinsky L. // Building constructions: collection of scientific works. – K.: NDIBK, 2012. – Vol. 76 – P. 222 – 229.
2. Barabash M. Computer design of processes of life cycle of building objects: Monograph / M.S. Barabash – K.: Stal, 2014. – 301 p.
3. Gorodetsky A.S. Computer models of constructions /A.S. Gorodetsky, Y.D. Evzerov. – K.: Fakt, 2007. – 394 p.
4. Construction in seismic regions of Ukraine: State building codes B. 1.1–14: 2014 / scientific chief Yu.I. Nemchinov. - [Valid from 2014-10-01]. – K.: Minregion of Ukraine, 2014. - VI, – 110 p. – (Building norms of Ukraine).
5. EN 1998-3:2005 Eurocode 8: Desing of structures for earthquake resistance.
6. Report on results the inspections of constructions with aconstruction in progress of building located to address: Lustdofskaya road, 90 in to Odesa. Academy

of building of Ukraine. Center of NTTM on Architecture and building. - Odesa, 2013.

7. NT Report. Spatial checking calculation to framework of construction in progress of housing complex as a structural system "building - foundations - soils" on the seismic loading within the framework of scientific and technical accompaniment on the stage of project to address: Lustdofskaya road, 90 in to Odesa. – K.: NDIBV, 2014. – 119 p.

Стаття надійшла до редакції 05.08.2015 р.



# Будівництво в сейсмічних районах України

Випуск 82

*Збірник наукових праць*

Відповідальна за випуск Глазкова С.В.

Здано на виробництво 28.08.2015 р.  
Ум. друк. арк. 37,16. Формат 60x84/16.  
Друк ризографічний. Папір офсетний  
Наклад 150 прим. Зам. № 239

ТОВ "Видавництво"Сталь"  
Свідоцтво ДК №4947 від 30. 07. 2015 р.  
м. Київ, вул.Віталія Шимановського 2/1  
тел./факс. 229-83-51,516-45-02, 516-55-92

E-mail: tov\_steel@ukr.net

www.izdat.com.ua