

УДК 624.042:656.085.5:699.841

О. А. ФЕСЕНКО

Державне підприємство «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» (ДП НДІБК),
м. Київ, Україна

РОЗРАХУНОК СЕЙСМОСТІЙКОЇ БУДІВЛІ НА СТІЙКІСТЬ ДО ПРОГРЕСУЮЧОГО РУЙНУВАННЯ ВНАСЛІДОК ПОЖЕЖІ

В статті досліджено стійкість багатоповерхових будівель до прогресуючого руйнування внаслідок землетрусу та пожежі. Зроблено короткий огляд методів оцінки стійкості до прогресуючого руйнування. Запропоновано узагальнену методику розрахунку. Розглянуто три розрахункові моделі, що різняться об'ємно-планувальними рішеннями. Проаналізовано напружено-деформований стан кожної розрахункової моделі будівлі після видалення будь-якої з колон першого поверху.
прогресуюче руйнування, розрахункова модель будівлі, землетрус, пожежа

Трагічні події нещодавніх землетрусів у м. Крайстчорч (Нова Зеландія) та м. Фукусіма (Японія) 11 березня 2011 року вкотре нагадали про небезпеку виникнення пожеж після землетрусу та стали в один ряд з трагічними наслідками землетрусів у м. Сан-Франциско (США) 1906 р. та Канто (Японія) 1923 р. [1]. З поширенням багатоповерхового будівництва в сейсмічних районах України та наданням чинності ДБН В.1.1–12 [2] проблема дотримання вимог пожежної безпеки відповідно до ДБН В.1.1–7 [3] гостро постала для будівель та споруд, що зводяться на майданчиках із сейсмічністю 6 балів та вище.

Руйнування багатоповерхових будівель можуть відбуватися з різних причин: від недбалого виконання будівельно-монтажних робіт до вибухів та пожеж. Аналіз наслідків цих обвалень вкотре підтвердив вразливість багатоповерхових будівель до прогресуючого руйнування, незалежно від їх конструктивного та об'ємно-планувального рішень. Далі розглянемо пожежу, що виникла внаслідок землетрусу, як причину прогресуючого руйнування багатоповерхової будівлі.

В нормативних документах та публікаціях досі немає одностайності щодо методів розрахунку будівель та споруд на стійкість до прогресуючого руйнування. Натомість у багатьох сучасних програмних комплексах для розрахунку будівельних конструкцій запропоновано алгоритми такого розрахунку, достовірність результатів яких часто є досить сумнівною. Причинами цього є ряд невизначеностей: вибір сценаріїв, схем та меж руйнування будівель, спосіб видалення елемента розрахункової моделі, а також критеріїв руйнування будівельних конструкцій. Дані, що наведені у нормативних документах та рекомендаціях різних країн, відрізняються або суперечать одні одним.

Зважаючи на це, доцільно проаналізувати наявні методики розрахунку та розробити на основі їх аналізу узагальнену методику, що враховуватиме всі твердження, окрім суперечливих.

Серед наявних підходів та методик оцінки стійкості багатоповерхових будівель до прогресуючого руйнування розглянемо такі, що є найбільш поширеними у вітчизняних [4–7] та закордонних [8, 9] нормативних документах — **кінематичний метод теорії граничної рівноваги та метод альтернативного шляху (Alternate Path method)** відповідно.

Суть **кінематичного методу теорії граничної рівноваги** [7] полягає у визначенні роботи внутрішніх сил (W) та зовнішніх навантажень (U) на можливих переміщеннях (w_i) та (u_i) механізму прогресуючого руйнування, що розглядається. Умова рівноваги механізму:

$$W \geq U, \quad (1)$$

де $W = \sum S_i w_i$; $U = \sum G_i u_i$; (S_i) — міцність пластично зруйнованої i -ї в'язі; (G_i) — рівнодійна зовнішніх сил, що прикладена до i -го елемента.

Суть *методу альтернативного шляху* [8] полягає у видаленні вертикальної конструкції та перевірці здатності конструктивної системи триматися над видаленою конструкцією, за умови, що розміри руйнування обмежено.

Обидва методи рекомендують використовувати просторову розрахункову модель. Стійкість будівлі до прогресуючого руйнування забезпечена, якщо для кожного елемента конструктивної системи виконується умова міцності:

$$F \leq S. \quad (2)$$

де F – зусилля в елементі, визначене з розрахунку системи; S – розрахункова несуча здатність елемента.

За результатами аналізу чинних нормативних документів та наявних рекомендацій і публікацій пропонується «*Методика розрахунку багатопверхової будівлі на стійкість до прогресуючого руйнування внаслідок землетрусу та пожежі*», яка передбачає такі етапи:

- 1) Створення розрахункової моделі багатопверхової будівлі.
- 2) Вибір навантажень та формування їх розрахункових сполучень.
- 3) Лінійний розрахунок моделі на сейсмічний вплив та підбір арматури в елементах моделі.
- 4) Вибір сценаріїв та місць виникнення пожежі.
- 5) Нелінійний статичний розрахунок моделі сейсмостійкої будівлі.
- 6) Нелінійний розрахунок моделі сейсмостійкої будівлі на стійкість до прогресуючого руйнування.

В цій статті зосередимо свою увагу на шостому етапі «*Методики...*». Для розрахунку на стійкість до прогресуючого руйнування розглянемо модель сейсмостійкої будівлі, що розроблена відповідно до етапів 1–5.

Розрахунок на стійкість до прогресуючого руйнування виконуємо у фізично нелінійній постановці за допомогою розрахунково-графічної системи МОНТАЖ плюс, яка є складовою частиною ПК «Лира 9.6» та призначена для моделювання процесу зведення будівлі з можливістю демонтажу елементів [10, 11].

Конструктивна система будівлі – залізобетонний безригельний каркас. Будівля п'ятиповерхова з висотою поверху 2,8 м. Розглянемо три просторові розрахункові моделі, що різняться об'ємно-планувальними рішеннями:

- прямокутна в плані розмірами 18×36 м, крок колон у поперечному напрямку – 6 м, у поздовжньому – 7,2 м (рис. 1);
- квадратна в плані розмірами 24×24 м, крок колон в обох напрямках – 6 м (рис. 2);
- г-подібна в плані розмірами 30×28,8 м, крок колон у поздовжньому напрямку – 6 м, у поперечному – 7,2 м (рис. 3).

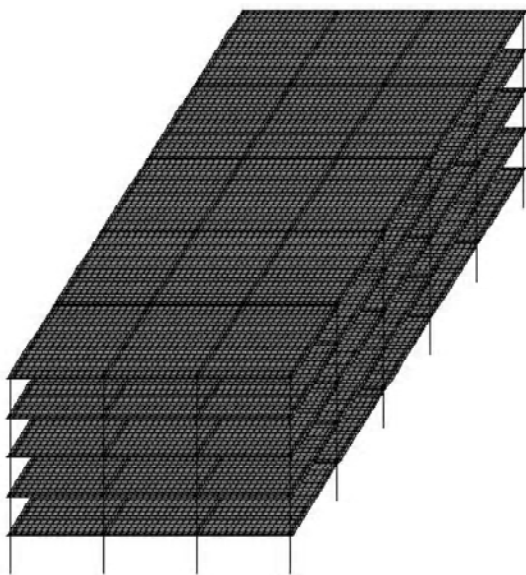


Рисунок 1 – Розрахункова модель № 1.

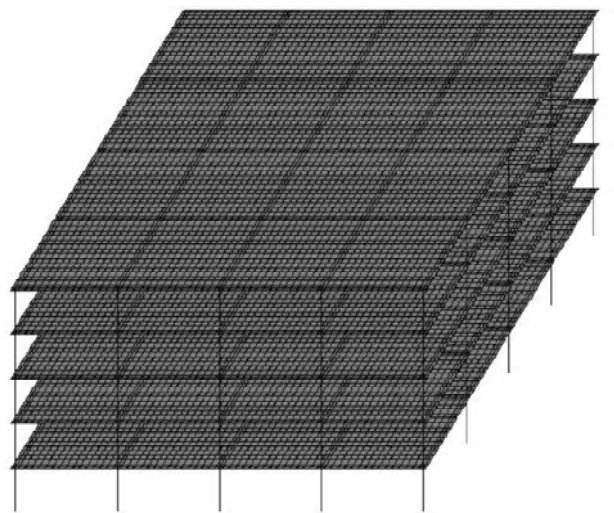


Рисунок 2 – Розрахункова модель № 2.

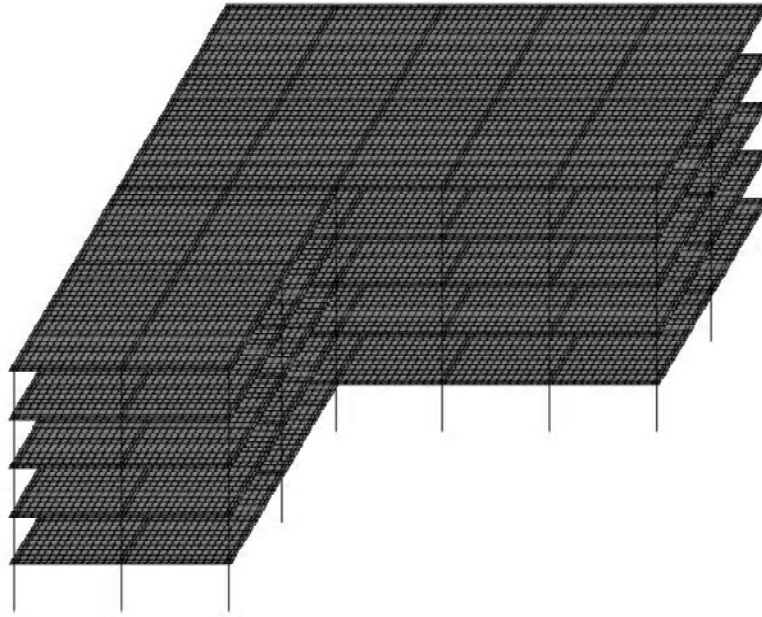


Рисунок 3 – Розрахункова модель № 3.

Елементи перекриття моделі – пластинчасті товщиною 200 мм, елементи колон – стрижневі перерізом 400×400 мм. Армування елементів виконано за результатами розрахунку моделі на сейсмічний вплив. Характеристики міцності та деформативності бетону й арматури, що прийняті відповідно до ДБН В.2.6–98 [12], наведені в таблиці 1.

Розрахунок виконуємо на аварійне сполучення навантажень, що включає постійні та змінні тривалі навантаження відповідно до ДБН В.1.1–2 [13], а також місцеве руйнування несучих конструкцій. Коефіцієнти сполучення навантажень та коефіцієнти надійності за навантаженням дорівнюють одиниці. Вплив місцевих руйнувань несучих конструкцій враховуємо через видалення із конструктивної системи окремих елементів, які можуть бути зруйновані внаслідок пожежі за одним із визначених сценаріїв.

Рівномірно розподілене навантаження становить:

- на покриття – 6,723 кН/м²;
- на перекриття – 8,35 кН/м².

Розглянемо такі схеми місцевого руйнування конструкцій першого поверху будівлі:

- наріжна колона;
- середня колона довгої сторони;
- середня колона короткої сторони;
- центральна колона.

Причиною місцевого руйнування є настання граничного стану з вогнестійкості за ознакою втрати несучої здатності (R) в одній із колон першого поверху будівлі для визначеного сценарію пожежі.

Для визначення найбільш небезпечних схем місцевого руйнування був проаналізований напружено-деформований стан (НДС) кожної розрахункової моделі будівлі після видалення будь-якої з колон першого поверху. Серед розглянутих схем місцевого руйнування для всіх розрахункових моделей вибрали найбільш небезпечні, тобто такі, де перерозподіл зусиль у сусідніх колонах найбільший:

Таблиця 1 – Характеристики міцності та деформативності бетону й арматури

Клас бетону С 20/25						Клас арматури А400С				
f_{cd}	f_{ctd}	E_{cm}	$\epsilon_{c1,d}$	ϵ_{cu1}	ϵ_{ctu}	f_{yd}	E_s	ϵ_{s0}	ϵ_{ud}	ϵ_{cu1}
(МПа)	(МПа)	(МПа)	(‰)	(‰)	(‰)	(МПа)	(МПа)	(‰)	(‰)	(‰)
14,5	1,0	30000	1,65	3,44	0,115	364	200000	1,82	25	3,44

- розрахункова модель № 1 – елементи №№ 3, 4, 10, 16 (рис. 4);
- розрахункова модель № 2 – елементи №№ 1, 2, 7 (рис. 5);
- розрахункова модель № 3 – елементи №№ 2, 3, 9, 16, 18 (рис. 6).

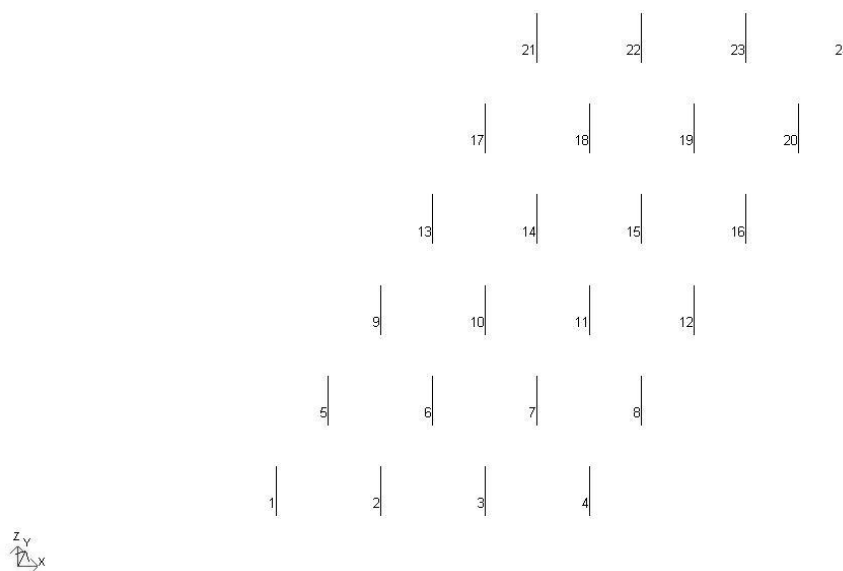


Рисунок 4 – Нумерація елементів колон першого поверху розрахункової моделі № 1.

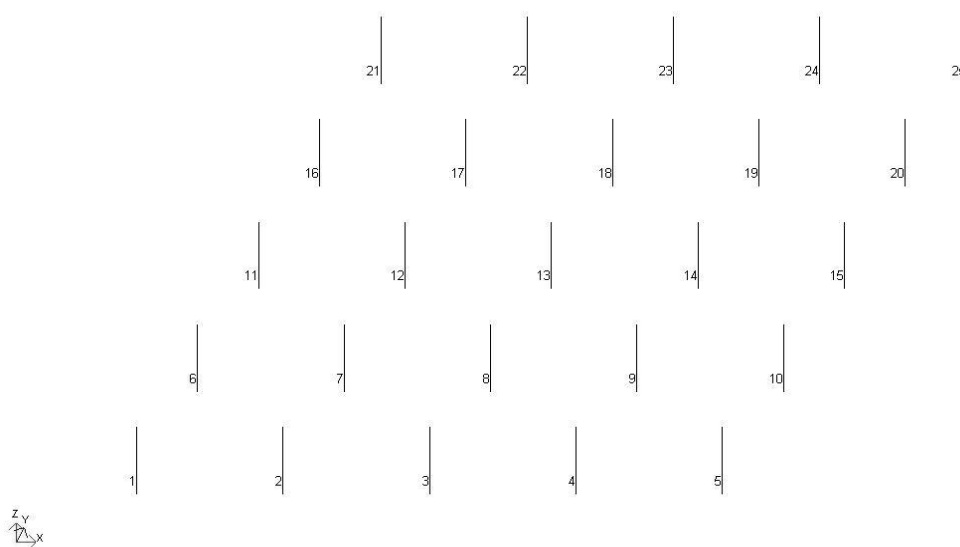


Рисунок 5 – Нумерація елементів колон першого поверху розрахункової моделі № 2.

Порівняємо НДС розрахункових моделей для вибраних схем видалення елементів (таблиці 2–4). Графіки переміщення вузлів моделей, що розташовані над місцевими руйнуваннями, наведені на рис. 7–9.

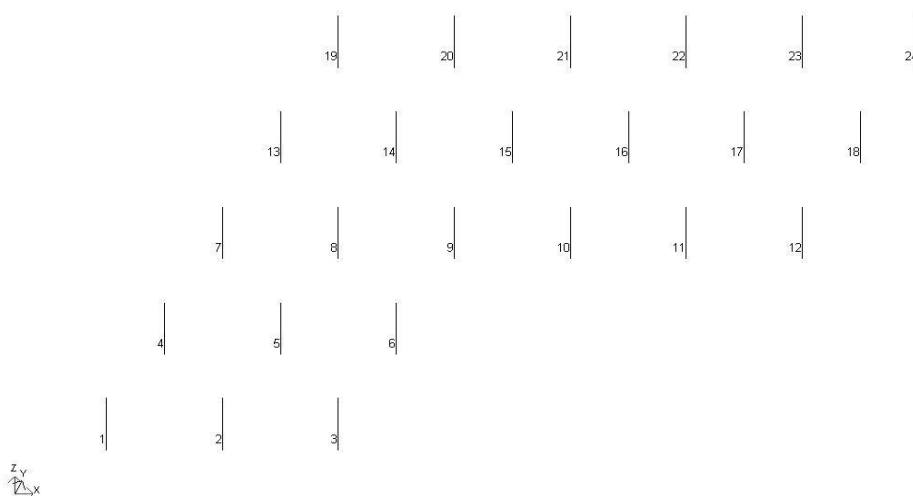


Рисунок 6 — Нумерація елементів колон першого поверху розрахункової моделі № 3.

Таблиця 2 — Значення зусиль в елементах колон першого поверху розрахункової моделі № 1

№ ел-та	Нелінійний розрахунок	Зусилля N (кН) та їх приріст у стрижневих елементах моделі № 1 після видалення однієї з колон							
		Паріжна колона	Δ, %	Середня колона короткої сторони	Δ, %	Середня колона довгої сторони	Δ, %	Центральна колона	Δ, %
1	481,15	482,04	0,19	445	-7,51	481,53	0,08	474,03	-1,48
2	920,31	887,21	-3,6	1360,01	47,78	943,22	2,49	896,76	-2,56
3	920,31	1325,45	44,02	-	-	945,57	2,74	924,15	0,42
4	481,13	-	-	793,41	64,9	504,08	4,77	494,08	2,69
5	949,14	948,51	0,07	956,45	0,77	958,24	0,96	1040,62	9,64
6	1860,97	1883,43	1,21	1993,38	7,12	1911,95	2,74	2232,08	19,94
7	1860,97	1959,46	5,29	2146,55	15,35	1885,85	1,34	2022,72	8,69
8	949,12	1205,61	27,02	1021,29	7,6	953,31	0,44	949,73	0,06
9	914,33	919,32	0,55	941,74	3	918,69	0,48	1372,21	50,08
10	1796,56	1847,03	2,81	1823,93	1,52	1816,62	1,12	-	-
11	1796,56	1822,02	1,42	1797,97	0,08	1926,91	7,26	2449,35	36,34
12	914,31	920,24	0,65	915,46	0,13	1210,79	32,43	847,83	-7,27
13	914,31	925,76	1,25	937,06	2,49	913,3	-0,11	1005,81	10,01
14	1796,6	1844,61	2,67	1844,47	2,66	1744,9	-2,88	2170,51	20,81
15	1796,09	1844,35	2,69	1845,37	2,74	2349,63	30,82	1957,47	8,99
16	914,33	950,08	3,91	938,93	2,69	-	-	913,22	-0,12
17	949,11	969,94	2,2	970,44	2,25	948,16	-0,1	951,71	0,27
18	1861,07	1910,92	2,68	1910,33	2,65	1883,7	1,22	1859,47	-0,09
19	1861,37	1910,14	2,62	1910,4	2,63	1990,88	6,96	1887,2	1,39
20	949,2	976,91	2,92	977,45	2,98	1252,61	31,97	975,15	2,73
21	481,1	484,68	0,74	481,83	0,15	475,1	-1,25	492,94	2,46
22	920,24	931,81	1,26	931,94	1,27	948,44	3,06	945,78	2,78
23	920,22	937,33	1,86	928,69	0,92	919,84	0,04	944,5	2,64
24	481,1	488,69	1,58	486,83	1,19	477,6	-0,73	492,44	2,36

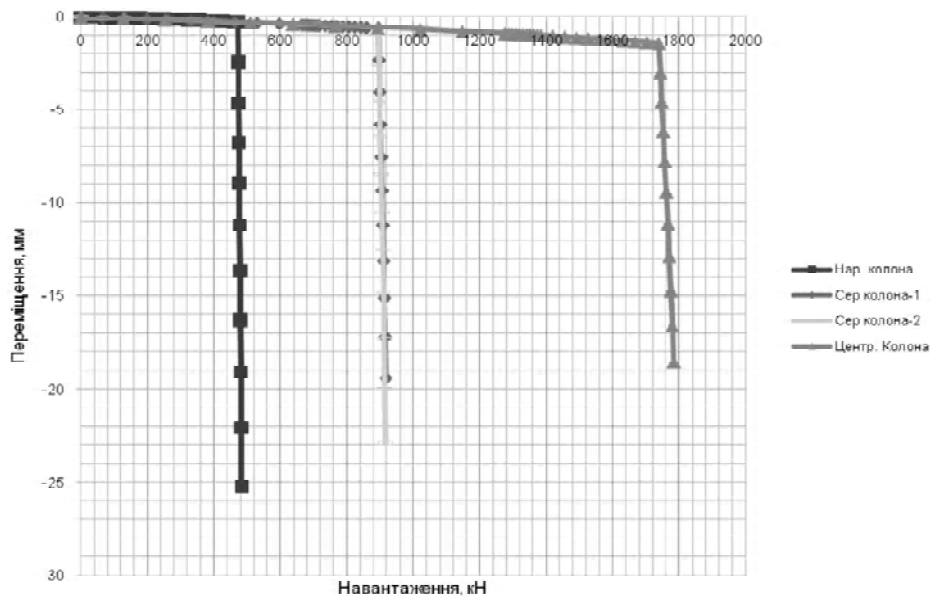


Рисунок 7 – Графік переміщення вузлів над місцевими руйнуваннями моделі № 1.

Таблиця 3 – Значення зусиль в елементах колон першого поверху розрахункової моделі №2

№ ел-а	Неліній-ний розрахунок	Зусилля N (кН) та їх приріст у стрижневих елементах моделі № 2 після видалення однієї з колон					
		Наріжна колона	Δ, %	Середня колона	Δ, %	Центральна колона	Δ, %
1	419,10			664,15	58,47	462,03	10,24
2	794,30	1088,00	36,98			1103,40	38,91
3	773,38	756,56	-2,18	1110,20	43,55	861,95	11,45
4	794,30	826,49	4,05	779,14	-1,91	790,29	-0,51
5	419,10	426,93	1,87	439,74	4,93	428,91	2,34
6	796,08	1056,01	32,65	858,47	7,84	1131,83	42,17
7	1545,13	1626,14	5,24	1882,87	21,86		
8	1516,26	1533,36	1,13	1628,63	7,41	1993,40	31,47
9	1545,13	1586,15	2,65	1562,93	1,15	1523,62	1,39
10	796,08	804,79	1,09	822,15	3,28	816,84	2,61
11	773,78	765,83	1,03	771,36	0,31	859,29	11,05
12	1511,30	1529,23	1,19	1496,98	-0,95	1944,93	28,69
13	1482,05	1522,42	2,72	1501,09	1,28	1623,90	9,57
14	1511,30	1551,46	2,66	1551,51	2,66	1528,14	1,11
15	773,78	782,99	1,19	793,75	2,58	793,88	2,60
16	795,93	827,22	3,93	821,38	3,20	793,10	-0,36
17	1544,34	1585,24	2,65	1586,30	2,72	1528,11	1,05
18	1515,32	1555,40	2,64	1556,05	2,69	1532,96	1,16
19	1544,34	1585,57	2,67	1585,12	2,64	1584,26	2,58
20	795,93	806,80	1,36	812,16	2,04	816,80	2,62
21	420,02	429,82	2,33	420,84	0,20	430,59	2,52
22	793,21	804,53	1,43	794,92	0,22	815,13	2,76
23	772,82	783,31	1,36	779,07	0,81	793,56	2,68
24	793,21	803,99	1,36	804,53	1,43	814,11	2,64
25	420,02	417,46	0,61	421,07	0,25	430,43	2,48

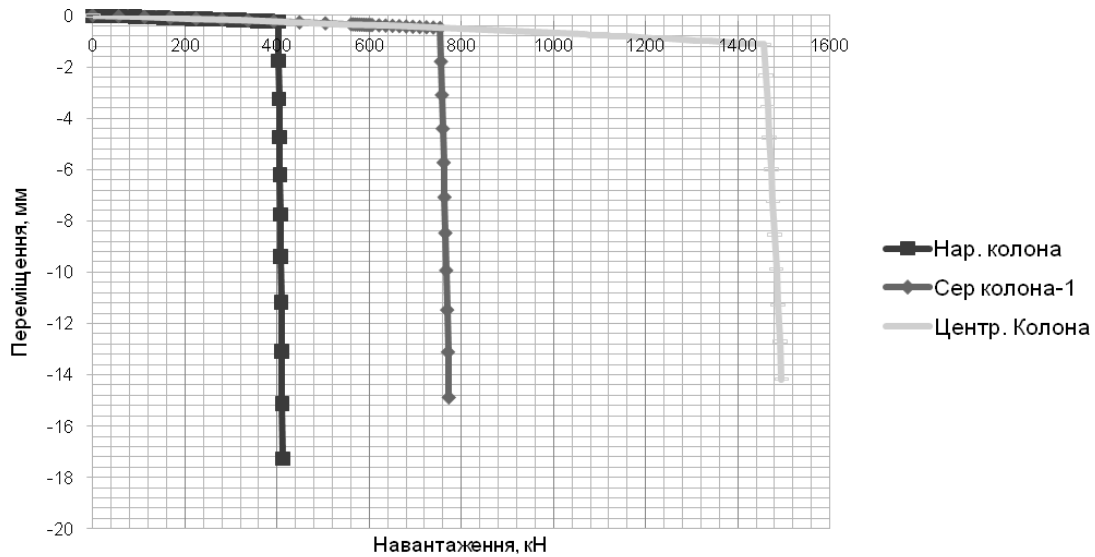


Рисунок 8 – Графік переміщення вузлів над місцевим руйнуванням моделі № 2.

Таблиця 4 – Значення зусиль в елементах колон першого поверху розрахункової моделі № 3

№ ел-та	Нелінійний розрахунок	Зусилля N (кН) та їх приріст у стрижневих елементах моделі № 3 після видалення однієї з колон									
		Наріжна колона		Кутова колона		Середня колона з кроком 6 м	Δ, %	Середня колона з кроком 7,2 м	Δ, %	Центральна колона	Δ, %
		3	Δ, %	9	Δ, %						
1	482,67	409,49	-15,16	493,13	2,17	819,2	69,72	481,342	-0,28	493,359	2,21
2	944,53	1379,36	46,04	957,67	1,39	-	-	965,227	2,19	968,652	2,55
3	482,75	-	-	476,97	-1,2	829,4	71,81	502,094	4,01	494,05	2,34
4	956,17	918,3	-3,96	950,7	-0,57	1032,44	7,98	963,495	0,77	981,407	2,64
5	1890,7	1994,21	5,47	2008,87	6,25	2218,25	17,32	1939,43	2,58	1938,5	2,53
6	953,6	1220,05	27,94	1199,72	25,81	1044,82	9,57	995,543	4,40	973,228	2,06
7	916,2	920,96	0,52	846,12	-7,65	916,02	-0,02	916,628	0,05	937,905	2,37
8	1804,81	1831,83	1,5	2373,37	31,5	1799,1	-0,32	1853,29	2,69	1827	1,23
9	1340,29	1350,89	0,79	-	-	1361,14	1,56	1381,79	3,10	1469,49	9,64
10	891,55	914,62	2,59	1312,78	47,25	924,77	3,73	884,061	0,84	1132,44	27,02
11	915,66	930,86	1,66	883,54	-3,51	946,8	3,4	1015,57	10,91	1025,77	12,03
12	479,77	495,96	3,38	498,27	3,86	495,19	3,21	720,842	50,25	464,596	-3,16
13	949,66	966,74	1,8	945,65	-0,42	979,48	3,14	945,033	-0,49	968,436	1,98
14	1854,56	1906,61	2,81	2011,12	8,44	1906,79	2,82	1905,91	2,77	1818,4	-1,95
15	1851,45	1903,25	2,8	2155,61	16,43	1902,44	2,75	1893,91	2,29	2563,98	38,48
16	1882,65	1932,88	2,67	2014,91	7,03	1932,59	2,65	1820,18	-3,32	-	-
17	1915,44	1964,77	2,58	1943,54	1,47	1965,42	2,61	2580,41	34,72	2628,5	37,23
18	982,91	1017	3,47	1014,51	3,22	1005,95	2,34	-	-	915,425	-6,87
19	481,55	479,61	-0,4	486,39	1,01	484,25	0,56	474,095	-1,55	491,551	2,08
20	918,19	922,12	0,43	917	-0,13	920,56	0,26	947,316	3,17	915,977	-0,24
21	893,43	905,92	1,4	869,46	-2,68	900,51	0,79	913,907	2,29	1000,87	12,03
22	892,47	912,6	2,26	894,58	0,24	903,01	1,18	878,79	1,53	1134,02	27,07
23	916,04	945,49	3,21	936,04	2,18	931,08	1,64	1003,84	9,58	1026,05	12,01
24	479,77	495,75	3,33	491,9	2,53	482,08	0,48	718,288	49,72	464,546	-3,17

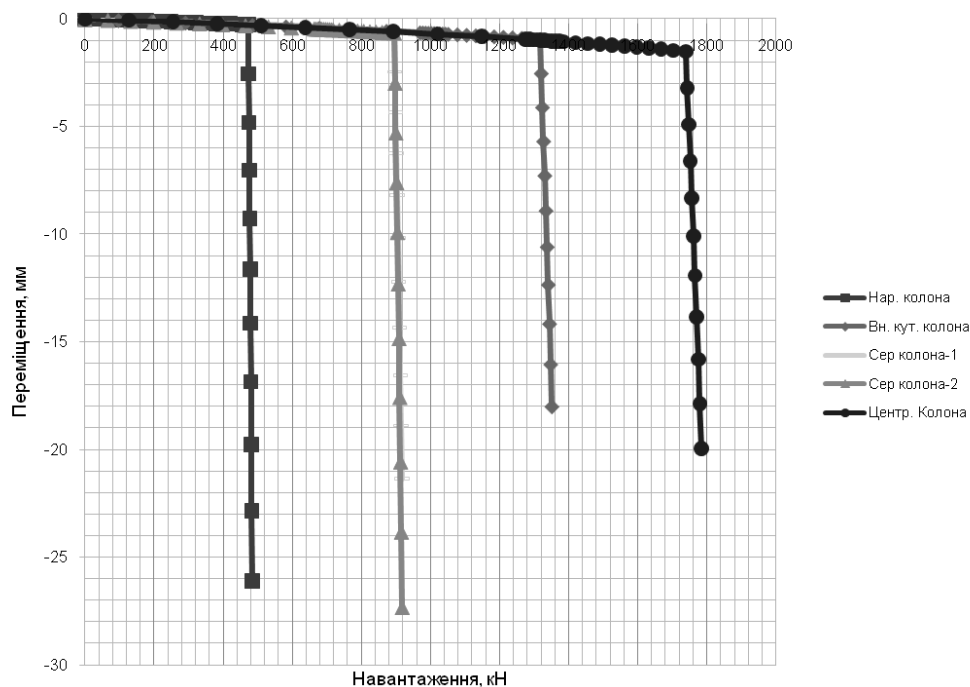


Рисунок 9 – Графік переміщення вузлів над місцевим руйнуванням моделі № 3.

Несуча здатність нормального перерізу колони визначена за методиками, що запропоновані у СНиП 2.03.01 [14] та ДБН В.2.6–98 [12] і ДСТУ Б.В.2.6–156 [15], становить:

- 3133,12 кН;
- 2666,63 кН.

Зусилля F в елементах колон першого поверху не перевищують їх розрахункову несучу здатність S . Отже, виконується умова стійкості будівлі до прогресуючого руйнування (2).

За результатами аналізу напружено-деформованого стану всіх розрахункових моделей можна зробити такі висновки:

1. Загальна стійкість до прогресуючого руйнування внаслідок землетрусу та пожежі розглянутих розрахункових моделей для заданих схем місцевого руйнування забезпечена.

2. Елементи розрахункової моделі запроектовані зі значним запасом несучої здатності та низьким рівнем навантаження, що дозволило уникнути їх перевантаження та руйнування. Однак елементи, що будуть запроектовані раціональніше, можуть зруйнуватися від значного перерозподілу зусиль внаслідок місцевого руйнування.

3. У разі видалення елементів колон, що розташовані по периметру будівлі, перерозподіл зусиль є більшим, однак максимальні зусилля в елементах виникають після видалення однієї з центральних колон (модель № 3).

4. Таким чином, більш небезпечними для загальної стійкості будівлі до прогресуючого руйнування є руйнування елементів колон, що розташовані по периметру будівлі, оскільки вони спричиняють нерівномірний перерозподіл зусиль у сусідніх елементах та призводять до закручування будівлі в плані (перекосу).

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Earthquake engineering handbook / edited by Wai-Fah Chen, Charles Scawthorn, 2003.
2. Будівництво в сейсмічних районах України : ДБН В.1.1–12:2006 [Чинний від 2006–08–23]. – Мінбуд України. – К. : Укрархбудінформ, 2006. – 84 с. (Національний стандарт України).
3. Пожежна безпека об'єктів будівництва : ДБН В.1.1–7:2002 [Чинний від 2003–05–01]. – Мінбуд України. – К. : Держбуд України, 2002. – 87 с. (Національний стандарт України).
4. Рекомендации по защите монолитных жилых зданий от прогрессирующего обрушения. Г.И. Шапиро, Ю.А. Эйсмэн, А.С. Залесов. – М. : Москомархитектуры, 2005.
5. Рекомендации по защите высотных зданий от прогрессирующего обрушения. Г.И. Шапиро, Ю.А. Эйсмэн, В.И. Травуш. – М. : Москомархитектуры, 2006.

6. Рекомендации по защите жилых каркасных зданий при чрезвычайных ситуациях Г.И. Шапиро, В.С. Коровкин, Ю.А. Эйсман, Ю.М. Стругацкий. — М. : Москомархитектуры, 2002.
7. Пособие по проектированию жилых зданий. — Вып. 3. — Часть 1. Конструкции жилых зданий (к СНиП 2.08.01—85).
8. Department of Defense, (DOD), (2005), «Design of Buildings to Resist Progressive Collapse», Unified Facilities Criteria (UFC) 4-023-03, 25 January, 2005.
9. EN 1991—1—7:2006 Eurocode 1 — Actions on structures — Part 1—7: General actions — Accidental actions.
10. Городецкий А.С., Батрак Л.Г., Городецкий Д.А., Лазнюк М.В., Юсипенко С.В. Расчет и проектирование конструкций высотных зданий из монолитного железобетона. — К. : «Факт», 2004.
11. ПК Лири 9.4 Примеры расчета и проектирования. Приложение к учебному пособию Лири 9.2 / Гензерський Ю.В., Куценко А.Н., Марченко Д.В., Слободян Я.Е., Титок В.П. — К. : 2006. — 124 с.
12. Бетонні та залізобетонні конструкції : ДБН В.2.6—98:2009. [Чинний від 2011—07—01]. — К. : 2011. — 71 с. (Нормативний документ Мінрегіонбуд України).
13. Навантаження і впливи : ДБН В.1.2—2:2006. [Чинний від 2007—01—01]. — К. : 2006. — 78 с. (Нормативний документ Мінбуд України).
14. Бетонные и железобетонные конструкции : СНиП 2.03.01—84* [Действующий от 1989—01—01]. — М. : Гостройстрой, 1989. — 125 с.
15. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування : ДСТУ Б.В.2.6—156:2010 [Чинний від 2010—06—01]. — Мінрегіонбуд України. — К., 2010. — 118 с. (Національний стандарт України).

Отримано 25.05.2011

О. А. ФЕСЕНКО

РАСЧЕТ СЕЙСМОСТОЙКОГО ЗДАНИЯ НА СТОЙКОСТЬ К ПРОГРЕССИРУЮЩЕМУ РАЗРУШЕНИЮ ВСЛЕДСТВИИ ПОЖАРА

Государственное предприятие «Государственный научно-исследовательский институт строительных конструкций» (ГП НИИСК) г. Киев, Украина

В статье исследована стойкость зданий к прогрессирующему разрушению вследствие землетрясения и пожара. Сделан краткий обзор методов оценки стойкости к прогрессирующему разрушению. Предложена обобщенная методика расчета. Рассмотрены три расчетные модели с разными объемно-планировочными решениями. Проанализировано напряженно-деформированное состояние каждой расчетной модели здания после удаления любой колонны первого этажа.

прогрессирующее разрушение, расчетная модель здания, землетрясение, пожар

O. A. FESENKO

ANALYSIS OF BUILDING SEISMIC STABILITY FOR RESISTANCE TO PROGRESSIVE COLLAPSE DUE TO FIRE

The state enterprise «The State Research Institute of Building Constructions» Kyiv, Ukraine

In this study resistance of buildings to progressive collapse due to earthquake and fire has been researched. Short review of analysis of methods has been made. Summarized analysis procedure has been proposed. Three analysis models with different layout and arrangement have been considered. Deflected mode of every analysis model after removing of any ground floor columns has been analyzed.

progressive collapse, analysis model of building, earthquake, fire

Фесенко Олег Анатолійович – молодший науковий співробітник лабораторії дослідження вогнестійкості будівельних конструкцій Державного підприємства «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» (ДП НДІБК). Закінчив аспірантуру за спеціальністю 05.23.01 «Будівельні конструкції, будівлі та споруди» ДП НДІБК. Наукові інтереси: вогнестійкість будівельних конструкцій, сейсмостійкість будівель та споруд, стійкість багатопверхових будівель до прогресуючого руйнування. Участь у розробленні нормативних документів та стандартів у галузі будівництва.

Фесенко Олег Анатольевич – младший научный сотрудник лаборатории исследования огнестойкости строительных конструкций Государственного предприятия «Государственный научно-исследовательский институт строительных конструкций» (ГП НИИСК). Закончил аспирантуру по специальности 05.23.01 «Строительные конструкции, здания и сооружения» ГП НИИСК. Научные интересы: огнестойкость строительных конструкций, сейсмостойкость зданий и сооружений, стойкость многоэтажных зданий к прогрессирующему разрушению. Участие при разработке нормативных документов и стандартов в отрасли строительства.

Fesenko Oleg – junior researcher of laboratory of researches of fire resistance of building constructions of the State enterprise «State Scientific Research Institute of Building Structures» (NIISK). Completed the post-graduate course on the speciality of 05.23.01 «Building Structures, Buildings and Constructions» NIISK. Scientific interests: fire resistance of building constructions, seismic stability of buildings and structures, resistance of multi-storey buildings to progressive collapse. Participation in development of normative documents and standards in the branch of civil engineering.