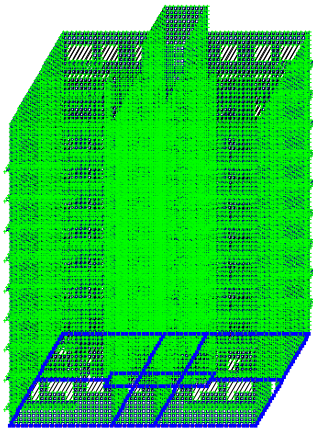


ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 2

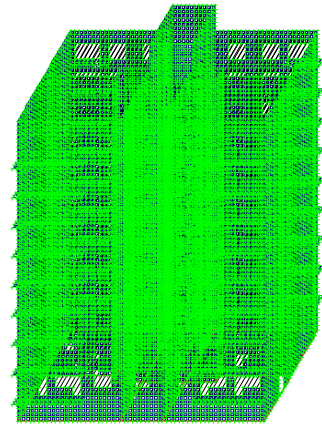
ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ РОЗРАХУНКОВИХ МОДЕЛЕЙ БУДІВЕЛЬ ДЛЯ СКЛАДНИХ ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНИХ УМОВ. ТЕСТУВАННЯ РОЗРАХУНКОВИХ МОДЕЛЕЙ НА ДІЮ СТАТИЧНИХ ТА ДИНАМІЧНИХ ВПЛИВІВ

Для ілюстрації впливу способів урахування основи в динамічній моделі на результати розрахунку скористаємося аналізом динамічних характеристик рядової секції типової 9-поверхової великопанельної житлової будівлі серії І-480А, призначеної для будівництва в складних інженерно-геологічних умовах, представленій набором моделей: без урахування основи і жорсткими зв'язками фундаментів з основою (рис. 2.1, а), з урахуванням податливості основи введенням у модель стержневих елементів на пружній основі (рис. 2.1, б), з урахуванням основи спеціальними кінцевими елементами типу 51...56 (рис. 2.1, в) і з урахуванням основи у вигляді ґрунтового масиву, представленого об'ємними кінцевими елементами (рис. 2.1, г).

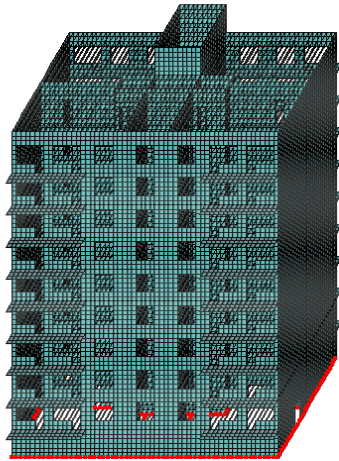
Розрахункові моделі будівлі на першому етапі ідентичні для усіх варіантів урахування взаємодії з ґрунтовими основами і є пластинчато-стержневими апроксимаціями конструктивних елементів великопанельної рядової блок-секції типової серії І-480А. Будівля експлуатується. Фундаменти – стрічкові монолітні залізобетонні, ширина підшви – 800 мм, стіни підвалу – монолітні залізобетонні завтовшки 400 мм. У рівні перекриття першого поверху по зовнішніх стінах – монолітний залізобетонний пояс жорсткості перерізом 400×450 мм. Зовнішні стінові панелі – керамзитобетон, завтовшки 350 мм, внутрішні стінові панелі – залізобетонні завтовшки 300 і 180 мм. Плити перекриттів і покриття моделюються стержнями, що згинаються, які шарнірно спираються на несучі стінові панелі. Плити балконів і лоджій – завтовшки 160 мм.



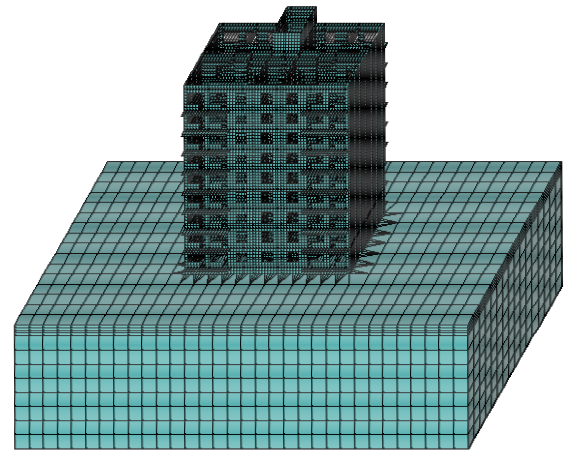
а)



б)



в)



г)

а) без урахування податливості, дисипації та інерційності основи (варіант 1);

б) з урахуванням податливості основи – введення до моделі стержневих елементів на пружній основі (варіант 2);

в) з урахуванням властивостей основи спеціальними кінцевими елементами (варіант 3);

г) з урахуванням основи у вигляді ґрунтового масиву, представленого об'ємними кінцевими елементами (варіант 4).

Рисунок 2.1 – Розрахункові моделі взаємодії будівель з основами при динамічних діях

Метою першого етапу чисельного експерименту було зіставлення динамічних характеристик моделей і параметрів їх НДС для кількісної і якісної оцінки можливості їх застосування в інженерних динамічних розрахунках. Як динамічне навантаження прийняте сейсмічне у зв'язку з тим, що воно відноситься до розряду миттєвих і багатокомпонентні системи не встигають виявити різні дисипативні властивості різних матеріалів. Інтенсивність впливу відповідає землетрусу магнітудою 6,0.

Інформація про розмірність систем, що розраховуються: для перших трьох варіантів моделей – кількість елементів близько 16,5 тис., кількість вузлів близько 13,0 тис., кількість невідомих близько 62,5 тис.; для четвертої моделі – кількість елементів 33041, кількість вузлів 31294, кількість невідомих 138571.

У результаті розрахунку були отримані динамічні характеристики, за якими визначалися частоти і періоди власних коливань системи, а також параметри НДС, з яких аналізу піддавалися переміщення вузлів, зусилля в стержневих елементах і головні напруження в пластинчатих елементах.

Перші форми власних коливань, на долю яких припав максимум використаних модальних мас системи, наведені на рис. 2.2. Чисельні значення динамічних характеристик для кожного з варіантів наведені в таблиці 2.1, їх зіставлення – в таблиці 2.2.

При зіставленні динамічних характеристик використовувалися величини відхилень від значень еталонного варіанту, за який прийнята система з скінчено-елементною моделлю ґрунту, що показала найкращий результат при тестуванні моделей на статичне навантаження (рис. 2.1, г).

Результати зіставлення показують, що динамічні характеристики розглянутих варіантів моделей істотно залежать від способу врахування взаємодії з основою. Так, у варіанті 1 спостерігаються максимальні відхилення від еталонного варіанту за усіма проаналізованими параметрами (за частотами – 245,4...412,3 %), що говорить про неприйнятність використання жорстких закріплень підшви фундаментів у динамічних

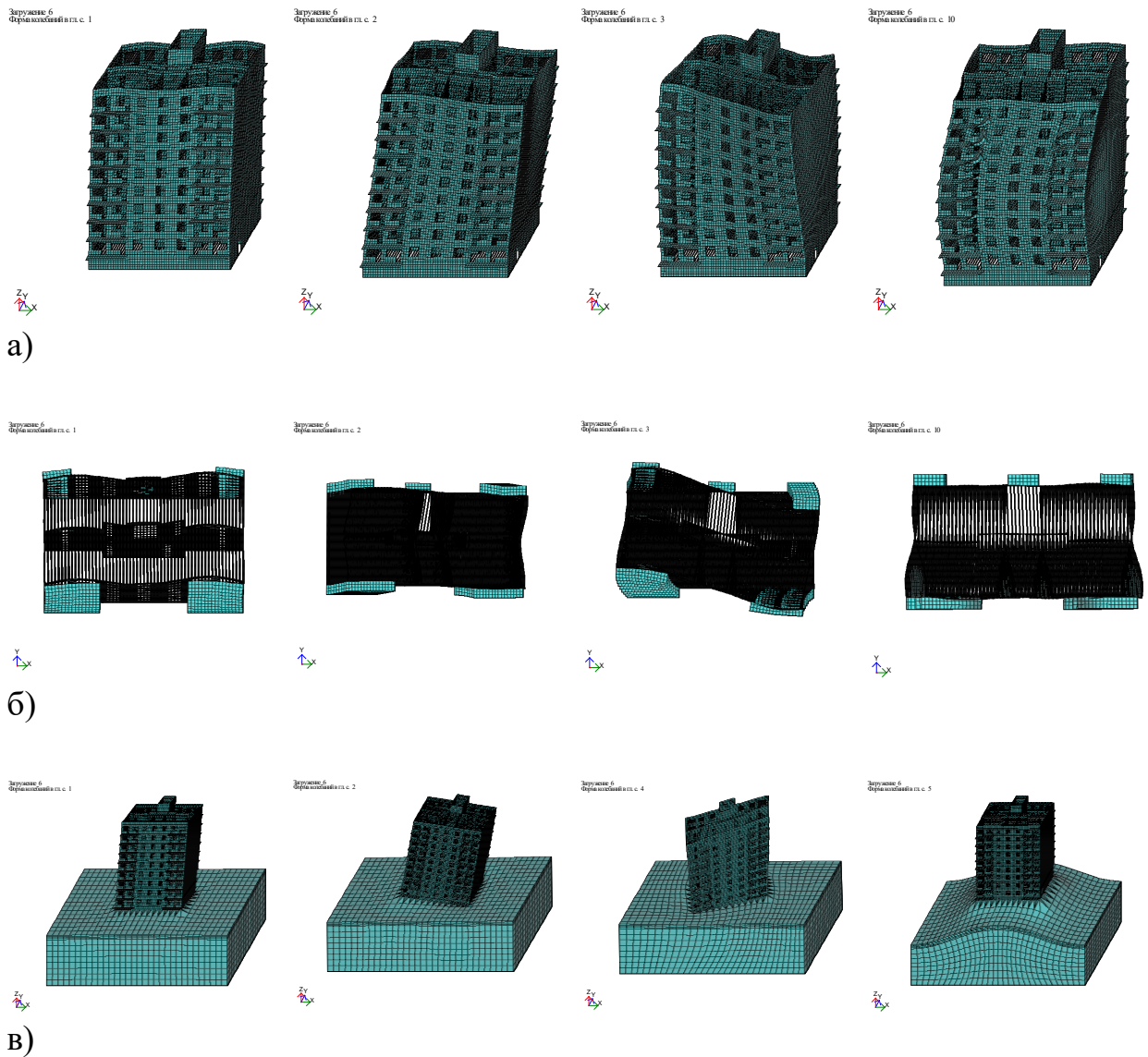
задачах при передачі динамічних навантажень через ґрунт. Система є завищено жорсткою, що викривляє динамічну реакцію будівлі і призводить до завищення частот в нижній частині спектру.

Форма 1

Форма 2

Форма 3

Форма 4



а) просторовий вид для варіантів моделей 1-3;

б) вид в плані для моделей варіантів 1-3;

в) просторовий вид для варіанту 4.

Рисунок 2.2 – Форми власних коливань різних варіантів розрахункових моделей

Таблиця 2.1 – Динамічні характеристики варіантів моделей взаємодії будівель з основами

Варіант	Частотний спектр коливань, Гц	Форми власних коливань			
		1	2	3	4
1		3,422	3,793	4,024	5,554
2		0,921	1,417	2,020	2,348
3		0,812	1,056	1,348	2,076
4		0,668	0,882	1,165	1,597

Таблиця 2.2 – Зіставлення відхилень характеристик власних коливань моделей будівлі при різних варіантах урахування ґрунтової основи

Варіант	Динамічна характеристика	Відхилення (%) характеристик по формах власних коливань			
		1	2	3	4
1	Частота власних коливань	-412,3	-330,0	-245,4	-247,8
2		-37,9	-60,7	-73,4	-47,0
3		-21,6	-19,7	-15,7	-30,0

Варіанти 2 і 3, незважаючи на збіг характеру форм власних коливань і прийнятні відхилення характеристик в нижній частині спектру, все ж дають значні відхилення (варіант 2: за частотами – 37,9...73,4 %; варіант 3: за частотами – 15,7...30,0 %), особливо починаючи з 3-4 форми за участю модальних мас. Такі моделі рекомендується використовувати при аналізі систем з прикладенням динамічних навантажень безпосередньо до конструктивних елементів будівель і споруд. В цьому випадку врахування основи спеціальними СЕ (СЕ на пружній основі або СЕ типу 51-56) дозволяє частково врахувати його демпфуючі властивості та отримати прийнятні динамічні характеристики. Проте частотний аналіз, на підставі якого

виконується перевірка заборонених нормами діапазонів частот, необхідно в цьому випадку підтверджувати, наприклад, натурними вимірами проаналізованих характеристик. При передачі динамічних впливів через ґрунт такі моделі повинні піддаватися експертизі.

Якнайкраще демпфуючі властивості основи моделює система варіанту 4, при цьому основа бере участь в роботі будівлі не лише як гаситель коливань, але і за рахунок вертикальної та горизонтальної податливості ґрунту, причому, більш явно, ніж в інших варіантах, проявляються крутильні форми власних коливань. Проте велика розмірність системи, неможливість завдання в сучасних ПК різних значень логарифмічного декременту коливань для багатокомпонентних систем і обмеженість ґрунтового масиву в скінчено-елементних моделях не дають можливості однозначно рекомендувати таку модель для виконання в динамічних розрахунках моделей взаємодії будівель (споруд) з основами.

Результати зіставлень динамічних характеристик досліджуваних моделей в графічному вигляді приведені на рис. 2.3.

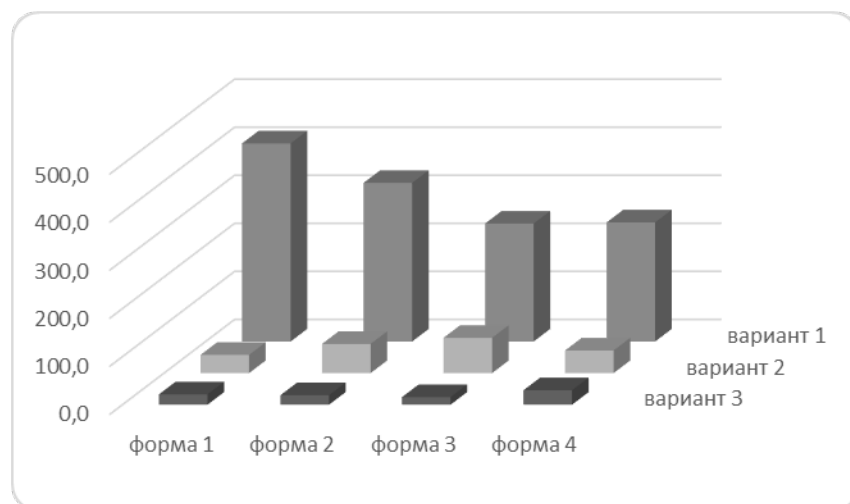


Рисунок 2.3 – Графік залежності відхилень частот (%) за формами власних коливань від використовуваного варіанту розрахункової моделі типової 9-поверхової великопанельної житлової будівлі серії І-480А