

*a*

*б*

**Рис. 3. 3D-моделі вузлів з Tekla Structures:  
*a* – обпирання балки на кільце; *б* – примикання ребра купола**

### Література

1. Адаменко В. М. Досвід застосування BIM-технологій при проектуванні і розрахунках сталевих та залізобетонних конструкцій / В. М. Адаменко // Матеріали допов. Першої всеукр. наук.-практ. конф. «BIM-технології в будівництві: досвід та інновації». – 2021. – С.613–16.
2. Лавріненко Л. І. Особливості проектування та аналіз конструктивного рішення металевого купольного покриття аквапарку / Л. І. Лавріненко, Д. В. Манець. Містобудування та територіальне планування ; КНУБА. – 2013. – Вип. 50. –С. 328–336.

### ОСОБЛИВОСТВ ОБ'ЄМНО-ПЛАНУВАЛЬНИХ РІШЕНЬ СЕЙСМОСТІЙКИХ БУДІВЕЛЬ

Гетун Г. В.<sup>1</sup>, Баліна О. І.<sup>2</sup>, Безклубенко І. С.<sup>3</sup>, Буценко Ю. П.<sup>4</sup>, Соломін А. В.<sup>5</sup>  
<sup>1-3</sup>Київський національний університет будівництва і архітектури  
03680, Київ, Повітрофлотський пр.-т, 31  
<sup>4,5</sup>м. Київ, НТУ України «Київський політехнічний інститут» ім. І.Сікорського  
E-mail: <sup>1</sup>galinagetun@ukr.net, <sup>2</sup>elena.i.balina@gmail.com,  
<sup>3</sup>i.bezklubenko@gmail.com, <sup>4</sup>armchairdoc@ukr.net, <sup>5</sup>andr-so@i.ua

Сейсмонезпечне будівництво є однією з нагальних проблем в Україні, де присутні сейсмонезпечні райони і несприятливі за сейсмічними властивостями ґрунти [2]. Зазначена на картах України сейсмічна інтенсивність відноситься до ділянок із середніми за сейсмічними властивостями ґрунтами II категорії. За проектування будівель на майданчиках з ґрунтами III і IV категорій за сейсмічними властивос-

тями, у випадках неоднорідного складу ґрунтів, прогнозованого підйому рівня ґрунтових вод і можливого обводнення територій треба збільшувати нормовану сейсмічність майданчиків будівництва [2].

Проектування сейсмостійких будівель забезпечується:

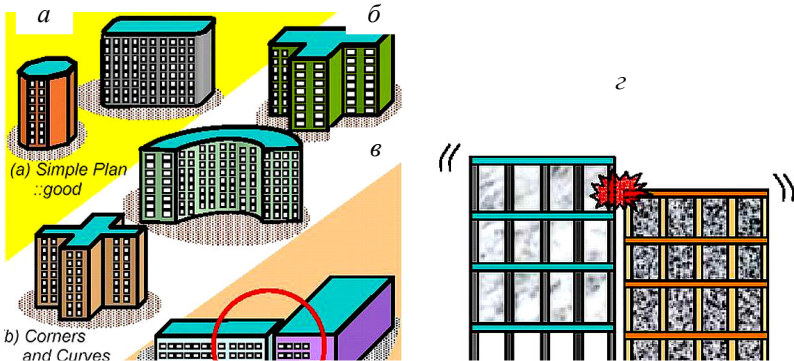
– об'ємно-планувальними і конструктивними рішеннями – симетричними і регулярними у плані та за висотою масами, жорсткостями і навантаженнями на перекриття [1,5];

– конфігурацією і розташуванням вертикальних несучих конструкцій, які унеможливають створення крутильних моментів і гарантують поступальні перші дві фази власних коливань [4];

– застосуванням конструктивних систем, схем, конструкцій та матеріалів, які зменшують величини сейсмічних впливів, а саме легких і міцних будівельних матеріалів, надійних систем сейсмоізоляції та динамічного регулювання сейсмічних навантажень [3].

Конфігурація сейсмостійких будівель повинна бути простою і компактною. Чим більші розміри будівлі, тим більше конфігурація впливає на її сейсмічність. Великі площі будівель збільшують величини горизонтальних сейсмічних зусиль на вертикальні стіни, діафрагми жорсткості та колони. Будівлі з простими компактними планами добре сприймають сейсмічні впливи (рис. 1, а).

Будівлі із складними планами з наявними вхідними кутами і кривинами та занадто великими розмірами планів треба розділяти антисейсмічними швами на прості антисейсмічні відсіки (рис. 1, б–г).



**Рис. 1. Принципи проектування об'ємно-планувальних рішень сейсмостійких будівель:**

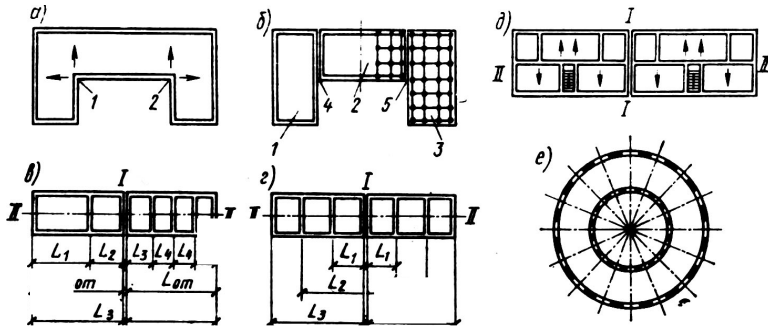
**а – компактні плани; б – несприятливі плани з вхідними кутами і кривиною; в – розділення будівель антисейсмічними швами:**

**г – можливе зіткнення між антисейсмічними відсіками через горизонтальні коливання**

**Антисейсмічні шви** розділяють будівлі на **антисейсмічні відсіки**, самостійні об'єми, що сприймають усі види навантажень і забезпечують їх незалежне осідання, тобто локалізують сейсмічні впливи [4]. Розміри відсіків у плані не повинні перевищувати 80 м за сейсмічності 7–8 балів і 60 м – за сейсмічності 9 балів а у будівлях з металевими каркасами за сейсмічності 7–9 балів – не більше 150 м (рис. 2).

Антисейсмічні шви повинні розділяти будівлі на окремі антисейсмічні відсіки за всією висотою коли: будівлі мають великі розміри планів і плани складної форми; суміжні ділянки будівель мають перепади висот: більше 3 м – для будівель до 5 поверхів включно та більше 6 м – для будівель вище 5 поверхів; у межах загального плану окремі об'єми будівель, що не є ядрами жорсткості, мають різко відмінні (більше 30 %) жорсткості або маси.

Допускається не влаштовувати антисейсмічні шви у фундаментах на ділянках із сейсмічністю 7 і 8 балів, а також 9 балів (для ґрунтів I та II категорій за сейсмічними властивостями), окрім випадків, коли антисейсмічні шви співпадають з осадочним [3, 4]. Антисейсмічні шви влаштовують за типом температурних і осадочних, у вигляді: **спарених рядів колон** – для будівель з каркасними конструктивними системами або **спарених стін** – для будівель із стіновими конструктивними системами [3].



**Рис. 2. Принципи проектування планувальних рішень сейсмостійких будівель:**  
**а** – неправильна конфігурація плану будівлі, в кутах 1 і 2 концентруються напруги від сейсмічних впливів;  
**б, з** – правильна конфігурація, будівля розділена антисейсмічними швами на відсіки;  
**в, д** – неправильна конфігурація, несиметричне розташування поперечних стін відносно осей симетрії; **е** – правильна конфігурація

Антисейсмічні шви повинні запобігати зіткнень між суміжними антисейсмічними відсіками будівель через горизонтальні коли-

вання (рис. 1, з). Їх ширина не повинна бути менше, ніж сумарні прогини двох суміжних відсіків від сейсмічних навантажень плюс 20 мм. За висоти будівлі до 5 м ширину антисейсмічного шва призначають не менше 30 мм, а за більшої висоти шов збільшують на 20 мм на кожні 5 м висоти.

Для будівель з жорсткими конструктивними системами (стінова, об'ємноблокова, оболонкова) [3] **мінімальну ширину антисейсмічного шва** приймають залежно від кількості поверхів: до 2-х – 50 мм, до 3-х – 60 мм, до 4-х – 70 мм, до 5-ти – 85 мм, до 6-ти – 100 мм, до 7-ми – 110 мм, до 8-ми – 120 мм, до 9-ти – 130 мм.

Конфігурація і розташування вертикальних несучих коняток повинні розташовуватися на планах будівель симетрично відносно координаційних осей для унеможливлення створення крутильних моментів і забезпечення поступальних перших двох фаз власних коливань (рис. 3).

**Псевдосиметрія** – асиметрична компоновка несучих конструкцій у будівлях приводить до концентрації напруг біля конструкцій з більшими жорсткостями та до закручування будівель. Концентрація напруг виникає в місцях різких змін форм будівель: по краях віконних і дверних прорізів у стінах, прорізах перекриттів, вхідних кутах (рис. 2, а), за несиметричного розташування ліфтових шахт, сходів, несучих стін і колон (рис. 3), за неоднорідної структури матеріалів конструкцій тощо.

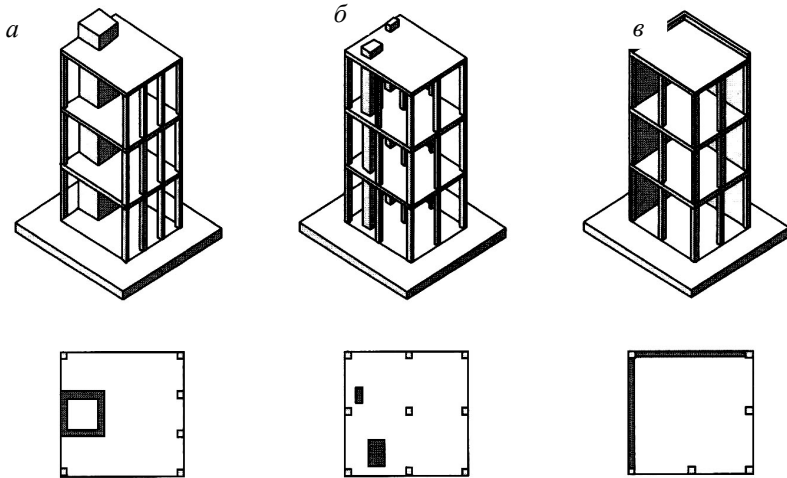
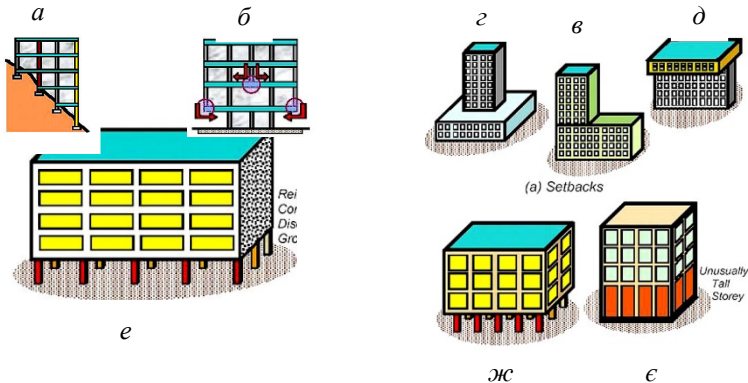


Рис. 3. Псевдосиметрична конфігурація будівель, несиметричне розташування: а – ліфтових шахт і колон; б – сходів і прорізів у перекриттях; в – несучих стін і колон

Сейсмостійкість будівель суттєво знижується: за розташування на несприятливих у сейсмічному відношенні ділянках з крутими схилів понад  $15^\circ$  (рис. 4, *а*), за наявності консольних поверхів і різних жорсткостей за висотою будівлі (рис. 4, *б*), за асиметричною компоновкою частин будівель, яка приводить до концентрації напруг у місцях розрізності та закручуванню будівель (рис. 4, *в-д*), за наявності гнучких поверхів (більших кроків або висот колон), які приводять до стрибкоподібних змін жорсткостей (рис. 4, *е-ж*).



**Рис. 4. Конфігурація, що погіршує сейсмостійкість будівель:**

- а* – розташування будівель на несприятливих у сейсмічному відношенні ділянках;
- б* – наявність консольних поверхів і різних жорсткостей за висотою;
- в-д* – асиметрична компоновка частин;
- е-ж* – наявність гнучких поверхів (зміна кроків або висот колон)

**Висновки.** Таким чином, проектування *сейсмостійких будівель* у першу чергу забезпечується: правильним вибором об’ємно-планувальних рішень і конфігурації, проектуванням антисейсмічних замкнених відсіків простих форм, симетричними конструктивними схемами, рівномірним розподілом жорсткостей конструкцій та ваги.

### Література

1. Гетун Г. В. Дослідження впливу сейсмоізоляції на напружено-деформований стан висотної будівлі під дією сейсмічних навантажень / Г. В. Гетун, В. О. Сахаров, В. А. Мельник // Світ геотехніки. – Запоріжжя : НДІБК, 2013. – Вип. 2. – С. 18–23.
2. ДБН В.1.1-12:2014. Будівництво у сейсмічних районах України. – Київ : Мінрегіон України, 2014. – 110 с.

3. Куліков, П. М. В. Конструкції будівель і споруд. Книга : підручник / П. М. Куліков, В. О. Плоский, Г. В. Гетун ; за ред. Г. В. Гетун. – Київ : «Видавництво Ліра-К», 2021. – 880 с.

4. Проектирование зданий с заданным уровнем обеспечения сейсмостойкости / Ю. И. Немчинов и др. под ред. Ю. И. Немчинова. – Київ : «Видавництво Гудименко С.В.», 2012. – 384 с.

5. Сахаров В. А. Анализ влияния сейсмической нагрузки на деформации высотного здания при различном числе этажей / В. А. Сахаров, Г. В. Гетун, В. А. Мельник // *Budownictwo, Częstochowa, Poland*: 2014. – Вип. 19. – С. 156–162.