

УДК 699.841.01

В.В. Яцун, ас.

Кіровоградський національний технічний університет

Деякі аспекти архітектурного проектування та зведення висотних будівель

У статті розглянуті існуючі конструкції висотних будівель, проведений аналіз їх конструктивних систем і факторів, які впливають на вибір тієї або іншої конструктивної схеми. Дано рекомендації щодо проектування й розробки нових конструкцій висотних будівель і споруд, поліпшення їх надійності й комплексної безпеки.

висотна будівля, конструктивна система, комплексна безпека, протипожежні заходи

Висотною прийнято називати будівлю висотою більше 75 м (25 поверхів). Ці будівлі можуть мати різне призначення: бути готелями, офісами, житловими будинками, суспільними центрами, комплексами. Найчастіше висотна будівля є багатофункціональною. У ній, крім приміщень основного призначення, розміщуються автостоянки, магазини, офіси, кінотеатри та інше

У ряді країн, особливо в США, накопичено значний досвід проектування, будівництва й експлуатації висотних будівель і споруд. Однією з перших висотних споруд можливо вважати Вулворт Білдинг (Woolworth Building) у Нью-Йорку висотою 241 м (57 поверхів), зведену в 1913 році. Довгий час найвищою будівлею у світі вважалася Емпайр Стейт Білдинг (Empire State Building), що має 102 поверхи й загальну висоту 381 м (з антеною – 448 м). Надалі її потіснили будівля Міжнародного торгового центру (World Trade Center) у Нью-Йорку (417 м) і Сірс Тауер (Sears Tower) у Чикаго (442 м). В останні роки зведення найвищих будівель перемістилося на схід – у Малайзію, Тайвань і Китай.

В останні роки в Києві активно зводяться висотні будівлі і споруди. Деякі архітектори з ентузіазмом проектують такі будівлі і впевнені в доцільності такого будівництва. В цей же час у Києві існують багатоповерхові будівлі, які по західним міркам до хмарочосів не дотягають. Серед них:

- бізнес-центр «Вітрило», побудований в 2006 році (33 поверху, 120 м з антеною);
- будинок Міністерства Транспорту (28 поверхів);
- житловий комплекс на вул. Саксаганського 37, побудований в 2006 році (26 поверхів, 112м);
- житловий комплекс на вул. Гришко, 14-3, побудований в 2005 році (30 поверхів, 105 м);
- житловий комплекс на вул. Галі Тимофєєвої, 3, побудований в 2001 році (29 поверхів, 104 м);
- готель «Київська Русь», побудований в 1979 році (22 поверху).

Значну кількість житлових комплексів поверховістю 22-27 поверхів і висотою 85-95 м зведено в столиці за останні роки.

Висотні будівлі мають свою специфіку, що суттєво відрізняє їх від звичайних будівель. По-перше, з ростом висоти будівлі різко збільшуються навантаження на несучі конструкції, у зв'язку із чим з розвитком висотного будівництва було розроблено кілька конструктивних схем таких будівель: каркасна, рамно-каркасна, поперечно-стінова, стовбурна, коробчаста, ствольно-коробчаста («труба в трубі», «труба у фермі») і інші.

У свою чергу, стовбурні системи мають свої різновиди: консольне обпирання

перекриттів на стовбур, підвішування зовнішньої частини перекриття до верхньої несучої консолі, «висячий будинок» або його обпирання за допомогою стін на нижню несучу консоль, проміжне розташування несучих консолей висотою в поверх із передачею в них навантаження від частини поверхів. Стовбуром або ядром у висотних будинках є твердий (монолітно виконаний) сходово-ліфтовий вузол.

Вибір тієї або іншої конструктивної системи залежить від багатьох факторів, основними з яких вважаються висота будівлі, умови будівництва (сейсмічність, ґрунтові особливості, атмосферні, особливо вітрові впливи), архітектурно-планувальні вимоги. Слід зазначити, що за даними німецьких дослідників вітрові навантаження в більшості випадків більш значимі, ніж сейсмічні впливи. Одні з найбільш високих на сьогоднішній день будівель – Джон Хенкок Сентер у Чикаго й Міжнародний фінансовий центр у Тайбею – виконані за схемою «труба у фермі», при якій зовнішній периметр стін жорстко зв'язаний зі стовбуром і додатково укріплений потужними діагональними зв'язками. У цьому випадку вся споруда працює як тверда консоль, забита в тіло фундаменту. Для зменшення коливань висотних будівель під дією вітрового натиску в останні роки застосовуються підвішені в їхній верхній частині інертні маси.

На практиці було встановлено, що каркасні й рамно-каркасні системи, що володіють обмеженою твердістю, доцільно застосовувати в будівлях висотою до 40 поверхів, стовбурні – до 50–60 поверхів, ствольно-коробчасті й коробчасті – до 80–90 поверхів, а понад 90 – за схемою «труба у фермі».

Одними з основних вимог, запропонованих до висотних будівель, як показала світова практика, є вимоги комплексної безпеки, що передбачають забезпечення шляхів евакуації при кризових ситуаціях, протипожежні й антитерористичні заходи, надійний контроль і керування всіма системами інженерного устаткування, дублювання ряду систем життєзабезпечення та інше.

Архітектурно-планувальні рішення житлового висотного будинку повинні задовольняти вимогам, пропонуваним до житла I категорії за рівнем комфортності. Міцність проєктованих автостоянок необхідно забезпечувати відповідно до вимог до житла I категорії. Враховуючи умови експлуатації висотних будівель, потрібно зовні розміщати спеціальні технічні засоби для ремонту фасадів і склопрозорих огорожень. Приквартирні літні приміщення (ложі, балкони) підлягають обов'язковому застосуванню відповідних огорожень для зниження психологічного дискомфорту у мешканців, а вікна вище 20–22 поверхів з метою безпеки рекомендувати виконувати з зовнішніми створами.

Слід особливо зупинитися на застосуванні склопрозорих огорожень. Аналіз проєктів уже перших висотних будівель показує, що архітектори схильні широко застосовувати засклені зовнішні огороження й вітражі. При цьому не враховується, що опір теплопередачі цих конструкцій не перевищує $0,8 \text{ (м}^2\cdot\text{К)/Вт}$, що в 4 рази нижче необхідного опору теплопередачі, рекомендованого для зовнішніх стін. Внаслідок цього стає неможливим зробити тепло ефективними висотні будівлі з такими рішеннями фасадів.

Проектування основ, фундаментів і підземних частин висотних будівель повинні виконувати тільки організації, що мають ліцензію на будівельне проектування будівель I і II рівнів відповідальності в складних інженерно-геологічних умовах.

При проектуванні висотних будівель їх слід розміщувати на території, де відсутні прояви небезпеки зсувних явищ і інших небезпечних техногенних процесів.

Висувається ряд особливих вимог до інженерно-геологічних пошуків при проектуванні висотних будівель. У якості фундаментів рекомендуються плитні, у тому числі підвищеної твердості (коробчасті), комбіновані плитно-пальові й пальові. Враховуючи особливості київських ґрунтів і складні техногенні умови, питомі навантаження на основу під плитними елементами фундаменту не слід рекомендувати

більше ніж 0,5 МПа. Самі ж фундаменти повинні виконуватися з бетону класу не нижче В25.

Розрахунок основ, фундаментів і підземних частин висотної будівлі необхідно виконувати за двома граничними станами: за несучою здатністю і за деформаціях (осіданням, кренам, прогинам та ін.). Специфічною для таких будівель є вимога, щоб розрахунок системи «основа – фундамент – надфундаментні конструкції» виконувався з урахуванням послідовності й прийнятої технології зведення будівлі. У процесі проектування, починаючи із перед проектною стадії до початку будівництва, необхідно розробити програму моніторингу, що передбачає обстеження будівель навколишньої забудови, їх основ і фундаментів.

При проектуванні конструкцій наземної частини висотної будівлі слід відносити до I рівня відповідальності і рекомендувати коефіцієнти надійності за відповідальністю при висоті споруди від 75 до 100 м рівними 1,1; у діапазоні висот від 101 до 125 м – 1,15, а понад 125 – 1,2. Під дією вітрового навантаження переміщення верху висотного будинку не повинне перевищувати 1/500 його висоти, що забезпечує цілісність заклення і перегорожок, а також нормальну роботу ліфтів. Відповідно до зарубіжного досвіду ця умова дотримується при відношенні ширини до висоти будинку, що не перевищують 1/7. Міцність конструкцій висотної будівлі повинна забезпечувати значення прискорення коливань верхніх поверхів від динамічного впливу вітру не більш 0,08 м/с². Покращити умови роботи споруди під навантаженням і підвищити її міцність також дозволяє симетричне розташування мас і жорсткостей, можливо більш рівномірне розподілення вертикальних навантажень на несучі елементи будівлі, а для точкових будівель – симетричний горизонтальний переріз, що наближається до квадратного. Слід сказати, що аналіз перших проектів висотних будівель показує: у ряді випадків архітектори зневажають цими вимогами, що знижує надійність висотної будівлі, вимагає додаткових конструктивних заходів і витрат.

Основні несучі конструкції слід виконувати із залізобетону з гнучкою й твердою арматурами з сталі. Закордонний досвід показує, що залізобетон доцільно застосовувати при висоті будівель до 60 поверхів. З німецьких будівельних джерел відомо, що використання високоміцного бетону класів В80 і вище нераціонально через його крихкість, більш низьку в порівнянні з звичайною технологічність і високу вартість. Сталеві несучі конструкції слід надійно захищати від впливу вогню, забезпечуючи їх межу вогнестійкості, що дорівнює R 180. В якості стовбурів (ядер) висотних будівель слід використовувати сходово-ліфтові вузли із залізобетону за можливістю в комбінації з блоком вентиляційних шахт.

Дах висотної будівлі слід проектувати з внутрішнім водостоком.

Комплекс інженерного забезпечення висотної будівлі включає більш 30 різних систем. Ряд інженерних систем, таких як водогін, каналізація, сміттепроводи та інші, необхідно зонувати у межах між сусідніми технічними поверхами, які повинні розташовуватися по висоті на відстані не більш 50 м. Крім централізованих джерел теплопостачання висотної будівлі потрібно передбачати автономні джерела теплопостачання, які можуть розміщатися як у самій споруді, так і у вигляді окремих об'єктів. Необхідна кількість ліфтів, їх вантажопідйомність і швидкість визначається розрахунком з прийнятим інтервалом руху 80–100 с і кожний ліфт необхідно розташовувати для окремої шахти.

У висотних будівлях всі електроспоживачі за ступенем надійності відносяться до 1 і 2 категорій. До 1 категорії надійності відносяться протипожежні системи, пожежна й охоронна сигналізація, ліфти, евакуаційне й аварійне освітлення, радіо оповіщення людей при пожежі, вогні освітлення огорожі і інші відповідальні електроприймачі. Їх живлення потрібно здійснювати від двох незалежних джерел живлення з пристроєм автоматичного включення резерву.

Особлива увага при проектуванні й експлуатації висотних будівель приділяється протипожежним заходам. Несучі конструкції будівель повинні задовольняти підвищеним вимогам по межах вогнестійкості, рівним не менш REI 180. Такі ж вимоги висуваються і до комунікаційних шахт і шахт димовидалення. Сама будівля, при висоті до 100 м повинна відповідати 1-му ступеню вогнестійкості, а більш високі – особливому ступеню вогнестійкості, класу конструктивної пожежної небезпеки – СО. Для забезпечення доступу пожежних у будь-яку квартиру на фасадах будівлі рекомендується передбачати спеціальні піднімальні пристрої з можливістю їх використання для ремонту фасадів і мийки вікон. Сказане відноситься тільки до частини великого комплексу протипожежних заходів, які обов'язкові при проектуванні й експлуатації висотних будівель.

Крім цього, при розробці багатофункціональних висотних будівель і комплексів регламентується їх комплексна безпека, що включає безвідмовність і керованість усіх інженерних систем і заходів, пов'язаних з антитерористичною діяльністю. Світовий досвід експлуатації таких будівель підтверджує їх необхідність.

Використання висотних будівель дозволить значно збільшити щільність житлового фонду, що у свою чергу, призводить до скорочення площ житлової забудови (в умовах України коштовних сільськогосподарських земель); скоротить довжину всіх інженерних комунікацій, у тому числі вулиць і об'єктів міського транспорту.

Список літератури

1. Нойферт П. Проектирование и строительство/Нойферт П., Нефф Л. – Дом, квартира, сад, изд-во: Архитектура-С, 2007. – 243 с.
2. Кох Вильфрид. Энциклопедия архитектурных стилів/ Кох Вильфрид. – Изд-во: Бертельсманн, 2006 – 329 с.
3. Бадьин Г.М. Справочник строителя/ Бадьин Г.М., В.В. Стебаков. – Изд-во АСВ, 2000 – 458 с.
4. Т.Г. Маклакова. Архитектура гражданских и промышленных зданий/ Т.Г. Маклакова. – Изд-во Стройиздат, 1981 – 473 с.

Одержано 09.07.10